GORTANIA
Geologia
Paleontologia
Paletnologia
34
UDINE
2012

Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale. Geologia, Paleontologia, Paletnologia (ISSN 2038-0410)

Dal numero/from No. 31 (2009) Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale (ISSN 0391-5859) *si è scisso in/splits in:*
Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale. Botanica, Zoologia (ISSN 2038-0402) *e /and*
Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale. Geologia, Paleontologia, Paletnologia (ISSN 2038-0410)

DIREZIONE E REDAZIONE - EDITORIAL OFFICE

Comune di Udine - Museo Friulano di Storia Naturale
Via Marangoni 39/41, I-33100 UDINE - Tel. 0432/584711 - Fax 0432/584721
www.mfsn.it - mfsn@comune.udine.it

Direttore
Giuseppe Muscio

Redazione
Massimo Buccheri, Maria Manuela Giovannelli, Paolo Glerean, Paola Visentini

Redazione e cura tipografica di questo volume
Giuseppe Muscio, Luca Simonetto, Paola Visentini

GORTANIA

•

GEOLOGIA
PALEONTOLOGIA
PALETNOLOGIA

VOL. 34 - 2012

EDIZIONI DEL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

UDINE

Sergio Piras
Luca Simonetto
Carlo Corradini

RETIOLITES ANGUSTIDENS ELLES & WOOD, 1908 (GRAPTOLITHINA) FROM THE SILURIAN OF MT. COCCO (CARNIC ALPS, ITALY)

RETIOLITES ANGUSTIDENS ELLES & WOOD, 1908 (GRAPTOLITHINA) DAL SILURIANO DI M. COCCO (ALPI CARNICHE, ITALIA)

Riassunto breve - *Retiolites angustidens*, trovato in un blocco isolato di calcare a Orthoceras nell'area di Monte Cocco in associazione con *Monograptus* cf. *priodon*, viene qui descritto e figurato per la prima volta nelle Alpi Carniche: in precedenza la sua presenza, infatti, era stata segnalata, ma mai documentata. Dato che tutti i graptoliti rinvenuti hanno un limitato valore stratigrafico, l'età precisa dell'associazione studiata è attribuita alla Biozona a *Pterospathodus am. amorphognathoides* (Llandovery sup.) in base ai conodonti.
Parole chiave: Graptoliti, Sistematica, Siluriano, Alpi Carniche.

Abstract - Retiolites angustidens *is described and figured for the first time from the Carnic Alps, from a loose block collected from Mt. Cocco area. The association includes also* Monograptus *cf.* priodon*: this species, in fact, was previously reported, but never documented, from this area. Since all the graptolites found have a limited stratigraphic value, the precise age of the studied association is determined by conodonts as belonging to the latest Llandovery (*Pterospathodus am. amorphognathoides *conodont Zone).*
Key words: *Graptolites, Systematics, Silurian, Carnic Alps.*

Introduction

Monte Cocco is located in the Eastern part of the Carnic Alps, north of Ugovizza (Udine), just south of the state border between Italy and Austria. The area has been known for a long time to geologists thanks to either the abundance of fossils (Stache 1878, 1879, 1884; Frech 1888, 1894) or the important mining activity, digging out iron and manganese (Feruglio 1970; Zucchini 1998).

The Silurian rocks of Monte Cocco are highly fossiliferous, and many papers deal with the taxonomy of selected groups, especially to nautiloid cephalopods (i.e.: Stache 1879; Frech 1888, 1894; Heritsch 1929; Serventi 2001; Serventi et al. 2007 and references therein). A few bivalves have been listed by Kříž (1999) in his monograph about Silurian bivalves from the Carnic Alps. Conodonts have been studied mainly in stratigraphic investigations (Manzoni 1965; Herzog 1988; Corradini et al. 2003; Corriga & Corradini 2009). To have a summary of the Silurian geology and palaeontology of Monte Cocco and a complete reference list refer to Corradini et al. (2010).

The presence of graptolites in the Monte Cocco area has been reported by several authors (Stache 1881, 1884, 1890; Frech 1888, 1894; Gortani 1923; Heritsch 1929), who referred on the occurrence of genera *Monograptus* and *Retiolites*. However, illustrations are very rare, since only a couple of specimens of *Monograptus priodon* has been figured by Gortani (1923, pl. 3, fig. 1) and Heritsch (1929, pl. 8, fig. 880).

Retiolitids seem to be quite rare also in other areas of the Carnic Alps. Beside the occurrence in Monte Cocco area, their presence have been reported, but never illustrated, only by Jaeger (1975) from Cellon section, by Jaeger & Schönlaub (1980) at Gunderscheimer Alm, and by Loydell et al. (2003) from Rauchkofel Bodentörl section.

Geological settings

Sediments of Late Ordovician to Late Devonian age are exposed in the Monte Cocco area. The basal part of the sequence consists of dark grey and greenish pelites and siltstones grading to light grey sandstones (Uqua

Fig. 1 - Location map of the Monte Cocco area, with detail of the Rio Tamer/Rio Uqua confluence, close to "Osteria al Camoscio". The circle indicate the described site.
- *Inquadramento geografico dell'area di Monte Cocco. A destra dettaglio dell'area della confluenza del Rio Tamer nel Rio Uqua, presso l'Osteria al Camoscio. Il cerchio indica l'area descritta.*

Fm), Katian-Hirnantian in age. Locally a massive level, about 10 m thick of crinoidal limestones, possibly Hirnantian in age, is documented.

Silurian rocks are relatively widespread and mainly represented by a cephalopod limestone in Wolayer facies (Corradini et al. 2003, 2010), which disconformably overlies the Ordovician sediments. The lower part of the Silurian sequences, up to the uppermost Gorstian, is represented by dark brown to black wackestone to packstone (Kok Fm), cropping out mainly on the western slope of Monte Cocco, but widely present as loose blocks in the creeks on the eastern side. The upper part of the sequence consists of about twenty meters of wackestones and packstones ("*Alticola* Lms"), well stratified in beds 10-50 cm thick. The brownish-reddish colour frequently turns to dark red by weathering, due to the abundance of iron minerals, and progressively grades to light grey across the Silurian/Devonian boundary. Fossils are quite common, mainly nautiloid cephalopods, trilobites and bivalves (Corradini et al. 2003, 2010).

The "*Orthoceras* limestones" are conformably followed by about 10 m of well bedded grey Lochkovian cephalopod wackestones and packstones (Rauchkofel Fm and La Valute Fm). The stratigraphy of these rocks has been studied by means of conodonts by Corradini et al. (2003) and Corriga & Corradini (2009).

The sequence continues with dark red nodular limestones (Findenig Fm) of Pragian to Givetian age and bioclastic grainstones and rudstones (Eifelian-Givetian). The youngest pre-Variscan sediments in the Monte Cocco area are represented by pelagic limestones ("Clymeniae Lms") of Upper Devonian age and by Carboniferous pelites of the Hochwipfel Fm.

Fig. 2 - Conodonts from the retiolitid-bearing block. A-B: *Pterospathodus amorphognathoides amorphognathoides* Walliser, upper views of P1 elements MDLCA 33221-33222; C: *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson & Mehl), lateral view of specimen MDLCA 33224; D: *Pterospathodus pennatus procerus* Walliser, upper view of P1 element MDLCA 33223.
- *Conodonti dal blocco contenente i retiolitidi. A-B:* Pterospathodus amorphognathoides amorphognathoides *Walliser, veduta superiore degli elementi P1 MDLCA 33221-33222, C:* Dapsilodus obliquicostatus *(Branson & Mehl), veduta laterale dell'esemplare MDLCA 33224; D:* Pterospathodus pennatus procerus *Walliser, veduta superiore dell'elemento P1 MDLCA 33223.*

Studied material

The studied material has been collected from a loose block along Rio Tamer, on the eastern slope of Monte Cocco (Fig. 1). The block consists of a dark grey *Orthoceras* limestone, belonging to the Kok Formation. Graptolites are very abundant, with an almost monospecific assemblage of *Retiolites angustidens* and a single specimen of *Monograptus* cf. *priodon*.

Other fossils are very abundant, too, but poorly preserved, being mainly represented by fragments of orthocone nautiloids, encrinurid and aulacopleurid trilobites, small brachiopods, cardiolid and other small bivalves, crinoid stems and a small plate of machaeridian anellid.

Fig. 3 - Range of the genus *Retiolites*.
- *Distribuzione del genere* Retiolites.

Fig. 4 - Diagrammatic representation of a *Retiolites* rhabdosome in a reverse view, with the ancora sleeve largely stripped away so that the thecal framework is visible. Abbreviations: a, ancora; al, thecal apertural lip; au, ancora umbrella; c, connecting rod; h hoods over proximal orifices; n, nema; o, orifices; r, reticulum; s, sicula; sb, septal bar; t, tranverse rod; ta, thecal aperture; th, theca; z, zigzag list (after LOYDELL et al. 1997, modified).
- *Rappresentazione schematica di un rabdosoma di* Retiolites *in vista inversa, con parte della membrana che lo ricopre rimossa, in modo che la struttura interna sia visibile. Abbreviazioni: a, ancora; al, margine dell'apertura della teca; au, ancora umbrella; c, aste di connessione; h coperture sopra le aperture\orifizi prossimali; n, nema; o, orifizi\aperture; r, reticolo; s, sicula; sb, barra dei setti; t, asta trasversale; ta, apertura delle teche; th, teca; z, struttura a zigzag (da* LOYDELL *et al. 1997, modificato).*

Conodont data

About 180 grams of rocks have been processed with conventional formic acid technique, in order to recover conodonts for a precise dating. The conodont association is very rich, even if not very well preserved, is composed of *Pterospathodus amorphognathoides amorphognathoides*, *Pt. pennatus procerus*, *Panderodus recurvatus*, *Dapsilodus obliquicostatus* and *Belodella* sp. (Fig. 2).

On the basis of conodonts, the studied block can be referred to the latest Llandovery *Pt. am. amorphognathoides* conodont zone.

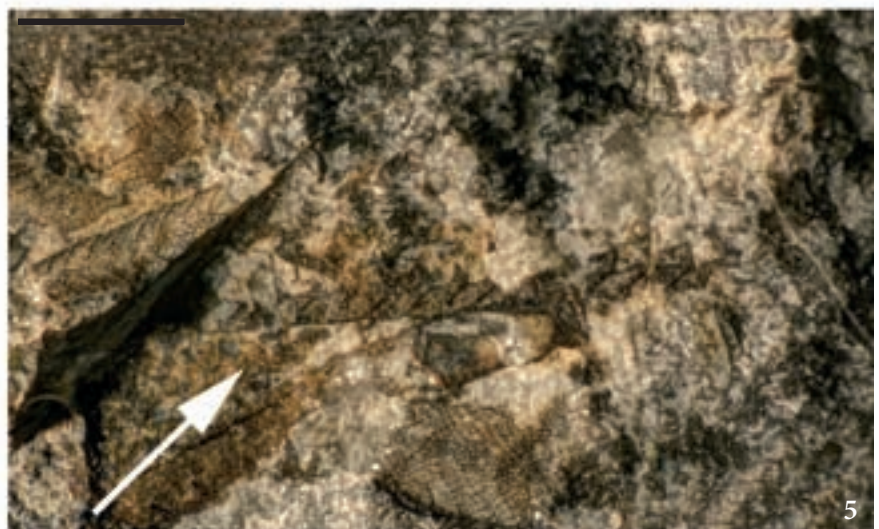
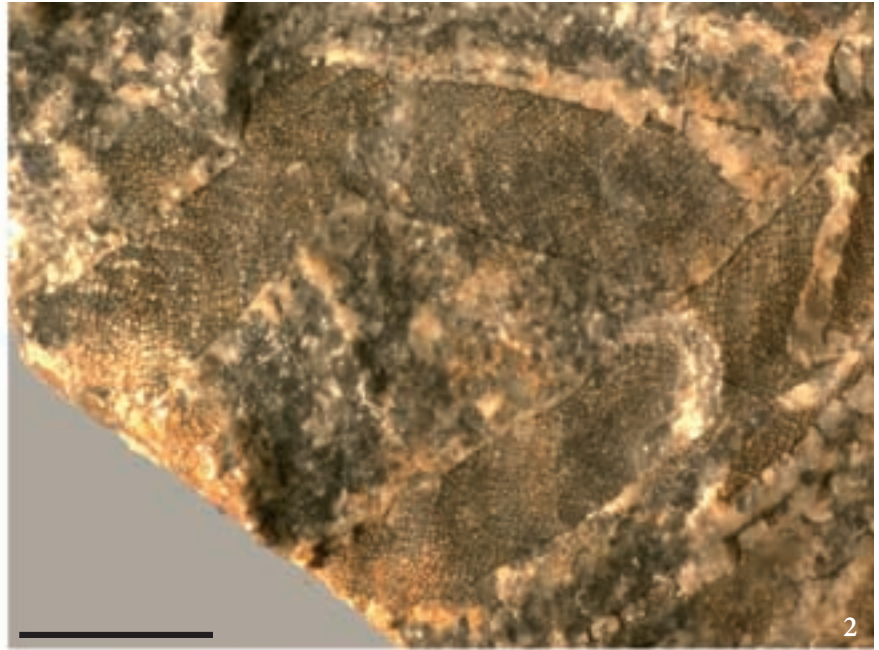
Graptolite data

The studied loose block yelded an aboundant graptolite assemblage, almost monospecific, being *Retiolites angustidens* the dominant species. A single specimen of *Monograptus* cf. *priodon* was also recovered.

Retiolites angustidens and *Monograptus priodon* are very long ranging species and, therefore, they have a very limited stratigraphic value. *Retiolites angustidens*, as all the retiolitids, span from the base of Telychian (Llandovery) to the lowermost part of the Sheinwoodian (Wenlock) (Fig. 3); *Monograptus priodon* ranges from the base of Telychian (Llandovery) to the middle Homerian (Wenlock).

Systematic Palaeontology

The studied graptolites are stored at the Museo Friulano di Storia Naturale (Udine) under catalog number MFSNgp 40459a-h. Synonymies are limited to main quotations and previous occurrences in the Carnic Alps.

1
2
3
4
5

Terminology

The terminology used here to describe the retiolitids was proposed by LOYDELL et al. (1997) and is illustrated in Fig. 4.

Measurement

Measurement of the dorso-ventral width, and the rate of the expansion proximally, is the easiest way to distinguish the *Retiolites* species, for this reason the most important datum is the rhabdosome dorso-ventral width measured respect to the distance from the proximal end.

Some other characters like inclination of the septal bar or the density of the reticulum vary considerably intraspecifically, or in function of the maturity of the samples: therefore they are not useful for the identification of the species of Retiolitids.

Class Graptolithina BRONN, 1846
Order Graptoloidea LAPWORTH, 1873
Suborder Diplograpthina LAPWORTH, 1873
Family Retiolitidae LAPWORTH, 1873
Subfamily Retiolitinae LAPWORTH, 1873

Genus *Retiolites* LAPWORTH, 1873

Retiolites angustidens ELLES & WOOD, 1908
(Fig. 5.1 - 5.4)

1908 *Retiolites* (*Gladiograptus*) *geinitzianus* var. *angustidens* - ELLES & WOOD, p. 338, pl. 34, fig. 9a-c.
1975 *Retiolites geinitzianus angustidens* ELLES & WOOD - BERRY & MURPHY, pl. 14, fig. 2.
1997 *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD - LOYDELL, STORCH & BATES, p. 757, pl. 1, fig. 1-2, 5, text-figs 2c, 3b.6.
2003 *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD - LOYDELL, MANNIK & NESTOR, p. 214, fig. 9a.

Material: 10 rhabdosomes, MFSNgp 40459a-h.

Description: *Retiolites* with dorso-ventral width increasing gradually. The width is 1.8 mm to 2.5 mm at about 5 mm to the proximal end; 2.4 mm to 3 mm at 10 mm from the proximal end; distally, the width measure is at maximum 4.1 mm.

Observations: The specimens from Mt. Cocco are similar to the holotype by ELLES & WOOD (1908) from England and fit well with the material described by LOYDELL et al. (1997) from England, Bohemia, Wales and Scotland. The specimens described by BERRY & MURPHY (1975) from Nevada (USA), are also very similar to those from Mt. Cocco as well as to specimen figured by LOYDELL et al. (2003) from Latvia.

Family Monograptidae LAPWORTH, 1873

Genus *Monograptus* GEINITZ, 1852

Monograptus cf. *priodon* (BRONN), 1835
(Fig. 5.5)

1835 *Lomatoceras priodon* - BRONN, p. 55, pl. 1, fig. 13.
1850 *Graptolite priodon* (BRONN) - BARRANDE, pl. 1, figs 1-14, p. 75.
1980 *Monograptus priodon* (BRONN) - JAEGER & SCHÖNLAUB, tab 3, fig. 7, p. 428.
1993 *Monograptus priodon* (BRONN) - STORCH & SERPAGLI, pl. 9, figs 3-5, p. 40, text-fig. 12A, H.
2003 *Monograptus priodo*n (BRONN) - LOYDELL, MANNIK & NESTOR, text-fig. 1, fig. 18-19, p. 58.

Material: 1 rhabdosome not well preserved MFSNgp 40459b.

Description: The rhabdosome is slender and straight. The thecae are curved with the aperture direct downward. The sample is incomplete and the length is 14 mm. The sicula is small and straight 1 mm long, with a small aperture of about 0.25 mm, the apex achieves to the level of the first theca.

The width of the rhabdosome is at the level of the first theca 0.6 mm, at the level of the third theca is 1.2 mm, with a maximum width of 2 mm in the distal part of the rhabdosome. The thecal overlapping between thecae is about 1/3 of their length, and the thecae form an angle of 35°-40° with the axis of the rhabdosome; the 2TRD2 is 1.8 mm, 2TRD in the distal part of the rhabdosome is 2.5 mm; the thecal count is 6 measured in the distal five millimetres of the rhabdosome.

Observations: The state of preservation of the specimen is poor, however it is very similar with those figured by BARRANDE (1850) from Bohemia. Therefore we chose to name it *Monograptus* cf. *priodon*. It shows

Fig. 5 - 1. *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD, MFSNgp 40459e (1.6). 2. *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD, MFSNgp 40459a (1.8). 3. *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD, MFSNgp 40459e (1.5). 4. *Retiolites angustidens* ELLES & WOOD, MFSNgp 40459h (1.7) 5. *Monograptus* cf. *priodon* BRONN, MFSNgp 40459b (2.1).
All the photos are taken under a thin level of water to increase the contrast. Scale bar = 5 mm.
- *1.* Retiolites angustidens *Elles & Wood, MFSNgp 40459e (1.6). 2.* Retiolites angustidens *Elles & Wood, MFSNgp 40459h (1.8). 3.* Retiolites angustidens *Elles & Wood, MFSNgp 40459e (1.5). 4.* Retiolites angustidens *Elles & Wood, MFSNgp 40459h (1.7) 5.* Monograptus *cf.* priodon *BRONN, MFSNgp 40459b (2.1).*
Le immagini sono state riprese sotto un sottile velo d'acqua per incrementare il contrasto. La scala di riferimento è di 5 mm.

also similarities with specimens illustrated by Jaeger & Schönlaub (1980) and Loydell et al. (2003) from different outcrops of the Austrian Carnic Alps and to *Monograptus priodon* described by Storch & Serpagli (1993) from Sardinia.

Conclusions

The main results of this paper can be summarized as follows:

1. *Retiolites angustidens* is described and figured for the first time from the Carnic Alps. His occurrence was in fact previously reported, but not illustrated, by Jaeger (1975) from Cellon section, by Jaeger & Schönlaub (1980) at Gunderscheimer Alm and by Loydell et al. (2003) from Rauchkofel Bodentörl.
2. A latest Llandovery age of the studied loose block, being all the graptolites long ranging taxa, has been stated by means of conodonts of the *Pterospathodus am. amorphognathoides* conodont Zone.

Manuscript received on 26.VI.2013, accepted on 09.XI.2013.

Acknowledgements

The authors are indebted with Stefano Piussi, who collected the samples and gave them to the Museo Friulano di Storia Naturale. Dr. Petr Kraft (Prague) and Dr. Thomas J. Suttner (Graz) helped in the early stages of this study.

This research was partly supported by grants RAS (resp. C. Corradini). This paper is a contribution to IGCP projects n. 591 (The Early to Middle Palaeozoic revolution).

References

Barrande, J. 1850. *Graptolites de Bohême*, VI. Published by author: Prague.

Berry, W.B.N., & M.A. Murphy. 1975. Silurian and Devonian graptolites of central Nevada. *University of California publication in Geological Science* 110: 1-109.

Corradini, C., M.G. Corriga, M. Pondrelli, P. Serventi & L. Simonetto. 2010. Il Siluriano di Monte Cocco (Alpi Carniche). *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 31: 23-30.

Corradini, C., M. Pondrelli, P. Serventi & L. Simonetto. 2003. The Silurian cephalopod limestone in the Monte Cocco area (Carnic Alps, Italy): Conodont biostratigraphy. *Revista Española de Micropaleontologia* 35, n. 3: 285-94.

Corriga, M.G., & C. Corradini. 2009. Upper Silurian and Lower Devonian conodonts from the Monte Cocco II section (Carnic Alps, Italy). *Bulletin of Geosciences* 84, n. 1: 155-68.

Elles, G.L., & E.M.R. Wood. 1908. A Monograph of British Graptolites, *Palaeontographical Society Monography* 7: 273-358.

Feruglio, G.B. 1970. *Il giacimento ferro-manganesifero del Monte Cocco (Alpi Carniche)*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 18: 43 pp.

Frech, F. 1888. Über das Devon der Ostalpen nebst Bemerkungen über das Silur und einem paläontologischen Anhang. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 39, n. 2: 659-738.

Frech, F. 1894. Die Karnischen Alpen. Ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 18: 514 pp.

Gortani, M. 1923. Contributo allo studio del Paleozoico. Parte VI. Faune a Graptoliti. *Palaeontographia Italica* 26: 1-56.

Heritsch, F. 1929. Faunen aus dem Silur der Ostalpen. *Abhandlungen der geologischen Bundesanstalt* 23, n. 2: 1-183.

Herzog, U. 1988. Das Palaozoikum zwischen Poludnig und Osternig in der Ostlichen Karnischen Alpen. *Carinthia II, Sonderheft* 47: 1-123

Jaeger, H. 1975. Die Graptolithenführung im Silur/Devon des Cellon-Profils (Karnische Alpen). Ein Beitrag zur Gleichsetzung der Conodonten und Graptholitenzonen des Silurs. *Carinthia II* 165/85: 111-26.

Jaeger, H., & H.-P. Schönlaub. 1980. Silur und Devon nördlich der Gundersheimer Alm in den Karnischen Alpen (Österreich). *Carinthia II* 170/90: 403-44.

Kříž, J. 1999. Silurian and lowermost Devonian bivalves of bohemian type from the Carnic Alps. *Abhandlungen der Geologisches Bundesanstalt* 56, n. 1: 259-316.

Loydell, D.K., P. Mannik & V. Nestor. 2003. Integrated biostratigraphy of the lower Silurian of the Aizpute-41 core, Latvia. *Geological Magazine*, 140, n. 2: 205-29.

Loydell, D.K., P. Storch & D.E.B. Bates. 1997. Revision of the Silurian Graptolite Genus *Retiolites*. *Palaeontology* 40: 747-62.

Manzoni, M. 1965. Faune a conodonti del Siluriano e Devoniano delle Alpi Carniche. *Giornale di Geologia* s. 2, 33: 179-200.

Serventi, P. 2001. Cefalopodi nautiloidei del Siluriano delle Alpi Carniche. Tesi di Dottorato non pubblicata. Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia: 145 pp.

Serventi, P., C. Corradini, L. Simonetto & M. Pondrelli. 2007. Cefalopodi nautiloidei Siluriani del Museo Friulano di Storia Naturale. *Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale* 28: 9-57.

Stache, G. 1878. Neue Beobachtungenin der Paläozoischen Schichtenreihe des Gailthaler Gebirges und der Karawanken. *Verhandlungen der k.k. Geologischen Reichsanstalt* 1878, n. 13: 306-13.

Stache, G. 1879. Über die Verbreitung Silurischer Schichten in den Ostalpen. *Verhandlungen der k.k. Geologischen Reichsanstalt* 1879, n. 10: 216-23.

Stache, G. 1881. 1 Aus dem Silurgebiet der Karnischen Alpen. 2 Neue Daten über das Vorkommenvon Olivingesteinen im Sulzberg-Ultenthaler Gneissgebirge. *Verhandlungen der k.k. Geologischen Reichsanstalt* 1881, n. 15: 296-9.

Stache, G. 1884. Über die Silurbildungen der Ostalpen mit Bemerkungen über die Devon-, Carbon- und Perm Schichtendieses gebietes. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft* 36, n. 2: 277-378.

Stache, G. 1890. 1 Die Silurfaunen der Ostalpen. *Verhandlungen der k.k. Geologischen Reichsanstalt* 1890, n. 6: 121-6.

Storch, P., & E. Serpagli. 1993. Lower Silurian graptolites from Southwestern Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 32: 3-57.
Zucchini, R. 1998. *Miniere e mineralizzazioni della provincia di Udine*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 40: 148 pp.

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia | 34 (2012) | 13-36 | Udine, 10.XII.2013 | ISSN: 2038-0410

Angelo Mossoni
Carlo Corradini
Monica Pondrelli

FAMENNIAN (LATE DEVONIAN) CONODONTS FROM THE PIZZUL WEST SECTION (CARNIC ALPS, ITALY)

CONODONTI DEL FAMENNIANO (DEVONIANO SUPERIORE) DALLA SEZIONE MONTE PIZZUL OVEST (ALPI CARNICHE, ITALIA)

Riassunto breve - Vengono illustrati conodonti dalla sezione Pizzul Ovest, situata nell'area del Passo del Cason di Lanza/ Monte Zermula nelle Alpi Carniche centrali. La sezione, potente circa 24 metri, è costituita da calcari del Devoniano Superiore. L'associazione comprende 41 taxa di conodonti, che permettono di riconoscere sette biozone del Frasniano e del Famenniano: Upper *rhenana*, Upper *crepida*, Uppermost *crepida*, Lower *rhomboidea*, Upper *rhomboidea*, Lower *marginifera* e Lower *expansa*.
Parole chiave: Conodonti, Biostratigrafia, Devoniano Superiore, Alpi Carniche.

Abstract - *Conodonts from the Pizzul West section are presented. The section is located in the Cason di Lanza/Mt. Zermula area of the central Carnic Alps and it exposes about twenty-four metres of Upper Devonian limestone. The forty-one taxa documented allow the discrimination of seven biozones of Frasnian and Famennian: Upper* rhenana*, Upper* crepida*, Uppermost* crepida*, Lower* rhomboidea*, Upper* rhomboidea*, Lower* marginifera *and Lower* expansa.
Key-words: *Conodonts, Biostratigraphy, Upper Devonian, Carnic Alps.*

Introduction

The Clymeniae limestones have been extensively investigated for biostratigraphic purposes in the Carnic Alps in the last decades. The unit crops out widely along the Carnic Alps, but most of the research have been concentrated in the central-western part of the chain, mainly in Wolayer, Passo di Monte Croce Carnico, Timau-Pramosio areas. From the central-eastern part of the Carnic Alps data available are by far less abundant, probably because of the less spectacular outcrops, and/ or more difficult accessibility of some areas.

In this paper we present the conodont fauna and biostratigraphy from a section located in the Clymeniae Limestone on the western flank of Mt. Pizzul, in the central part of the Carnic Alps, just south of Passo del Cason di Lanza (Fig. 1). From these area only Manzoni (1966) figured a few latest Devonian-early Carboniferous conodonts from some spot localities along the crest of Mt. Zermula massif.

The Pizzul West (PZW) section is located in a First World War trench on the western flank of Mt Pizzul at q. 1905, at coordinates 46° 33' 21,67" N, 13° 18' 18,16" E (Fig. 1). About 24 meters of Clymeniae limestones are exposed, even if some tectonic elisions and repetitions affected the section. Beside the thirteen samples collected along the section, one more (PZW Z) have been picked several meters to the south, and its relationship with the section is not clear. The sample came from an irregular bed just below the Carboniferous sediments of the Hochwipfel Formation, very distinct in the field, being constituted by irregular gravels and cobbles scattered in a grey micritic cement.

Geological settings

The succession of the Mt. Pizzul area ranges from Ordovician to Carboniferous (Corradini et al. 2012, 2013; Pondrelli et al. 2011). The rocks here exposed belong to the Variscan sequences of the Carnic Palaeozoic, that were affected by the Variscan orogeny during the Westphalian and Alpine tectonics, including both extensional and compressional phases, that involved the whole Carnic area starting from the Cenozoic (Venturini 1990a; Venturini et al. 2009).

The oldest unit cropping in the area is represented by the Upper Ordovician "Uqua shales", consisting of highly fossiliferous shales, siltstones, sandstones and rare conglomerates. The sequence continues with few meters of nodular limestone ("Uqua limestones"), and calcareous sandstones (Plöcken Formation). Silurian

Fig. 1 - Location map.
- *Ubicazione della sezione.*

rocks are poorly exposed and are represented only by a few meters of "*Orthoceras* limestones" (Alticola Formation) of Pridoli age.

Compared to the older terms of the sequence, Devonian rocks are largely more abundant and differentiated. The oldest unit is the Rauchkofel Fm., constituted by dark cephalopod limestone with black shales interbedded, followed by the middle-upper Lochkovian La Valute Fm: a light grey-ochre nodular limestone. The sequence continues with the Findenig Fm., which consists of nodular purple red mudstones and wackestones with marly millimetric thick intercalations.

Starting from around the Lower-Middle Devonian boundary, the basin started to differentiate: in the shallower parts a thick reefal sequence started to build up, represented in the area by the white cliffs of Mt. Zermula. In the deeper parts of the basin, now represented by the units cropping out in Mt. Pizzul - Forca di Lanza area, gravitative driven deposits from the reef, intecalated with narrow pelagic levels, were deposited. These sediments belongs to the Vinz and Hohe Trieb formations.

During the Frasnian the Carnic basin underwent extensional tectonic pulses and the reefal facies collapsed and drowned (Venturini et al. 2009 and reference therein). The Upper Devonian is almost exclusively represented by "Clymeniae limestones": pelagic massive and/or nodular limestones, cropping out at Forca di Lanza and on the western flank of Mt. Pizzul.

The sequence of Mt. Pizzul area ends with the Hochwipfel Fm: gravitative driven accumulation of breccias, conglomerates, sandstones and pelites originated by the Lower Carboniferous transtensional to transpressional tectonics (Spalletta et al. 1980).

For a more detailed description of the geology of the Cason di Lanza - Mt. Pizzul area refer to Corradini et al. (2012, 2013).

The "Clymeniae limestones"

The "Clymeniae limestones" crops out widely in the Carnic Alps, and have been extensively studied by several authors. This informal unit of Frasnian-Tournaisian age is indicated in literature with various names, according to the different authors: Pal Fm., Gross Pal Fm., Calcari di Pramosio, etc.

It consists of grey massive limestone, grey to moderate pink and red very thin to thin (rarely medium) bedded nodular mudstone to wackestone. In the lower part of the units a few levels of breccia occur in some localities. The depositional environment is interpreted as pelagic (e.g., Schönlaub 1992) with local gravitative-driven deposits near the base of the unit.

The fossil content is represented by trilobites, ostracodes, radiolarians and conodonts, and less abundant echinoderms, molluscs, bivalves, brachiopods and fish teeth (Schönlaub 1992).

A detailed biostratigraphy of the unit have been provided by several authors on the basis of the rich conodont associations (for a summary see Perri & Spalletta 1998a).

The Pizzul West section

The Pizzul West section (Fig. 2) exposes about 24 meters of pelagic mudstones-wackestones of the Clymeniae limestones (Fig. 4). The lower and central part of the section (below sample PZW 1) is tectonically disturbed and is affected by folds and/or faults, as confirmed by conodont data (see below for discussion).

Three different facies can be distinguished in the section: a light grey massive micritic limestone, a dark red nodular limestone and a grey-ochre nodular limestone (Fig. 4). In general massive grey limestone are more abundant in the lower part, whereas the red nodular limestone prevails in the upper part. A few thin pelitic levels are present in the section between sample PZW 1 and sample PZW 4.

The microfacies of the grey limestone consists of a wackestone with a light grey color and few fossils remains scattered in the matrix (mostly ostracods and shells); some stylolite structures are also evident (Fig. 3).

The red nodular facies consists of a wackstone-packstone with nodules up to 1 cm of diameter, probably due to a synsedimentary diagenesis, with haematite precipitations (Fig. 3).

The fossil contents is higher and includes trilobites, small shells (brachiopods or bivalves), ostracods, a few cephalopods and sponge spiculae.

The grey-ochre nodular limestone consists of a wackstone-packstone similar to the red one, but without the haematite precipitations that most probably give the red color to the former unit (Fig. 3).

Beside the samples collected along the section, one more sample (PZW Z) has been picked several meters to the south, and its relationship with the section is not clear. The sample came from an irregular bed just below the Carboniferous sediments of the Hochwipfel Formation, very distinct in the field, being constituted by irregular gravels and cobbles scattered in a grey-brownish micritic cement (Fig. 3).

Fig. 2 - Views of the Pizzul West section. a) Panoramic view of Mt. Pizzul with indicated in red the position of section; b) general view of the section in the First World War trench; c) the undisturbed part of the section, with location of samples; d) detail of the reddish nodular limestone; e) the irregular level constituted by gravels and cobbles scattered in a grey micritic cement (sample PZW Z).

- *Vedute della sezione Pizzul Ovest. a) veduta panoramica di M. Pizzul con la sezione indicata in rosso; b) veduta generale della sezione nella trincea della Prima Guerra Mondiale; c) la parte indisturbata della sezione, con ubicazione dei campioni; d) dettaglio del calcare nodulare rosso; e) livello irregolare con litici immersi in un cemento micritico (campione PZW Z).*

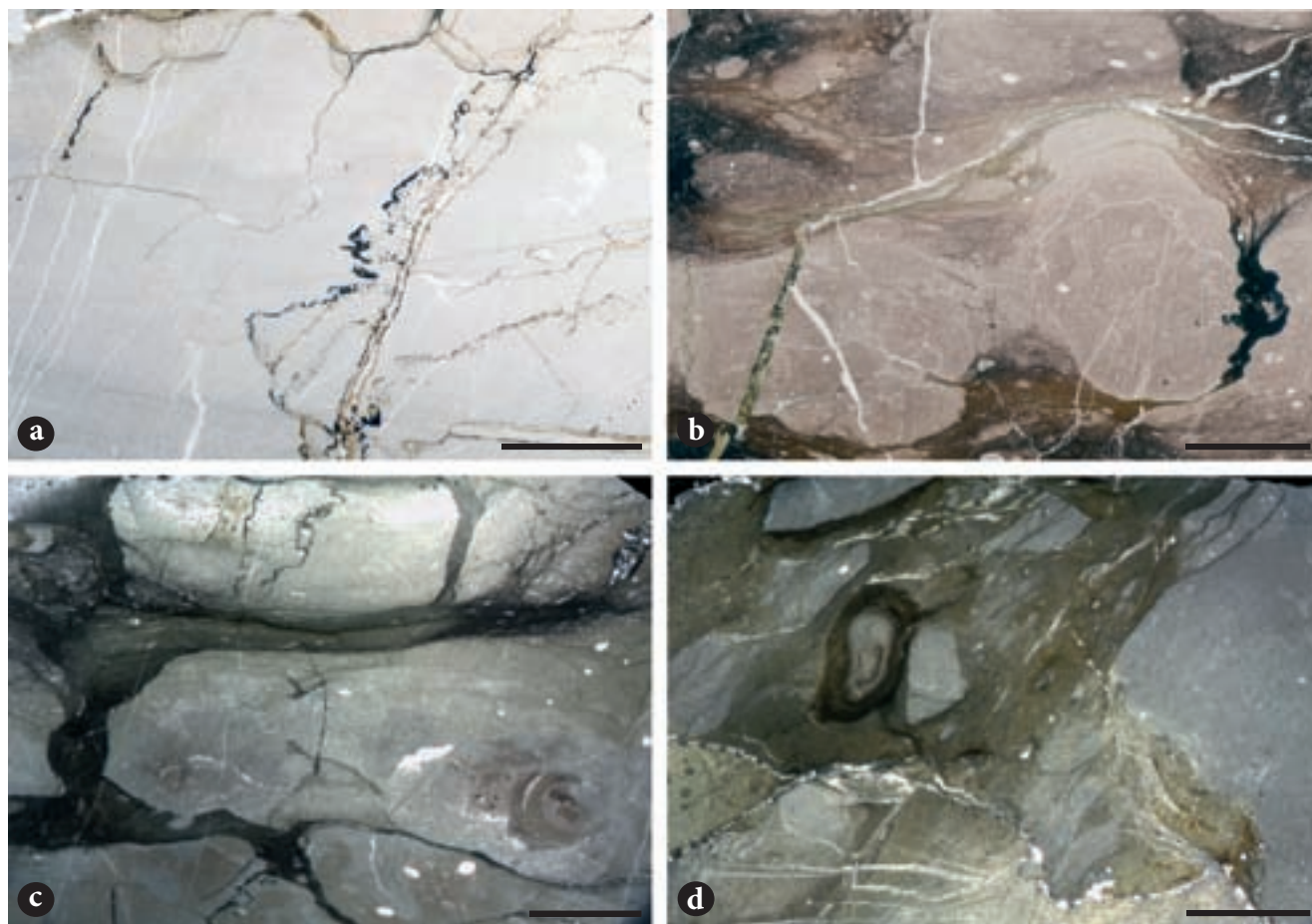



Fig. 3 - Microfacies of the Pizzul West section (scale bar 0,5 cm). a) Grey massive limestone with some stylolite structures from the sample PZW 1; b) Red nodular limestone with haematite precipitations and nodules (Sample PZW 5); c) grey-ochre nodular facies of the sample PZW 5A; d) fine-grained breccia of sample PZW Z.
- *Microfacies della sezione Pizzul Ovest (scala 0,5 cm). a) Calcare grigio massivo con strutture stilolitiche del campione PZW 1; b) precipitazioni di ematite e noduli millimetrici nella facies nodulare rossa (campione PZW 5); c) facies grigio-ocracea nodulare del campione PZW 5A; d) breccia fine del campione PZW Z.*

Conodont data

Fourteen samples (Fig. 4), weighting from 1.2 to 2.6 kg, have been collected from the Pizzul West section (PZW), for a total amount of about 24 Kg of limestone.

The samples have been solved with conventional formic acid technique. All the samples were productive, yielding more than 900 conodonts. The state of preservation is good, even if some specimens are broken. Conodonts color is black (CAI = 5-5.5). The abundance is very variable, from a maximum of 154 conodonts/kg in sample PZW 5 to a minimum of 0.59 conodonts/kg in sample PZW C; the average abundance is 25.85 conodont/kg. Sample PZW Z, collected few meters from the section, has a high abundance of about 154 conodont/kg (Tab. I).

Fourty-one taxa, between species and subspecies, belonging to six genera (*Ancyrodella, Bispathodus, Icriodus, Palmatolepis, Pseudopolygnathus, Polygnathus*) have been recognized (Fig. 4).

Palmatolepis is the predominant genus, so the whole Famennian part of the section belongs to the *palmatolepid-bispathodid* biofacies of Sandberg (1976).

Biostratigraphy

The conodont zonation scheme followed in this paper is the scheme proposed by Corradini (2008), that is a rielaboration of the Late Devonian Standard Conodont Zonation (Ziegler & Sandberg 1990) and the Late Devonian-Early Carboniferous Zonation of Sandberg et al. (1978).

Seven Biozones have been recognized:

- The Upper *rhenana* Zone (sample PZW D) has been discriminated thanks to the joint occurrence of *Icriodus alternatus alternatus*, *Palmatolepis rotunda*, *Ancyrodella lobata*, *Palmatolepis jamiae* and *Palmatolepis lyaiolensis*. In fact the first two taxa have their first occurrence, while the others became extinct

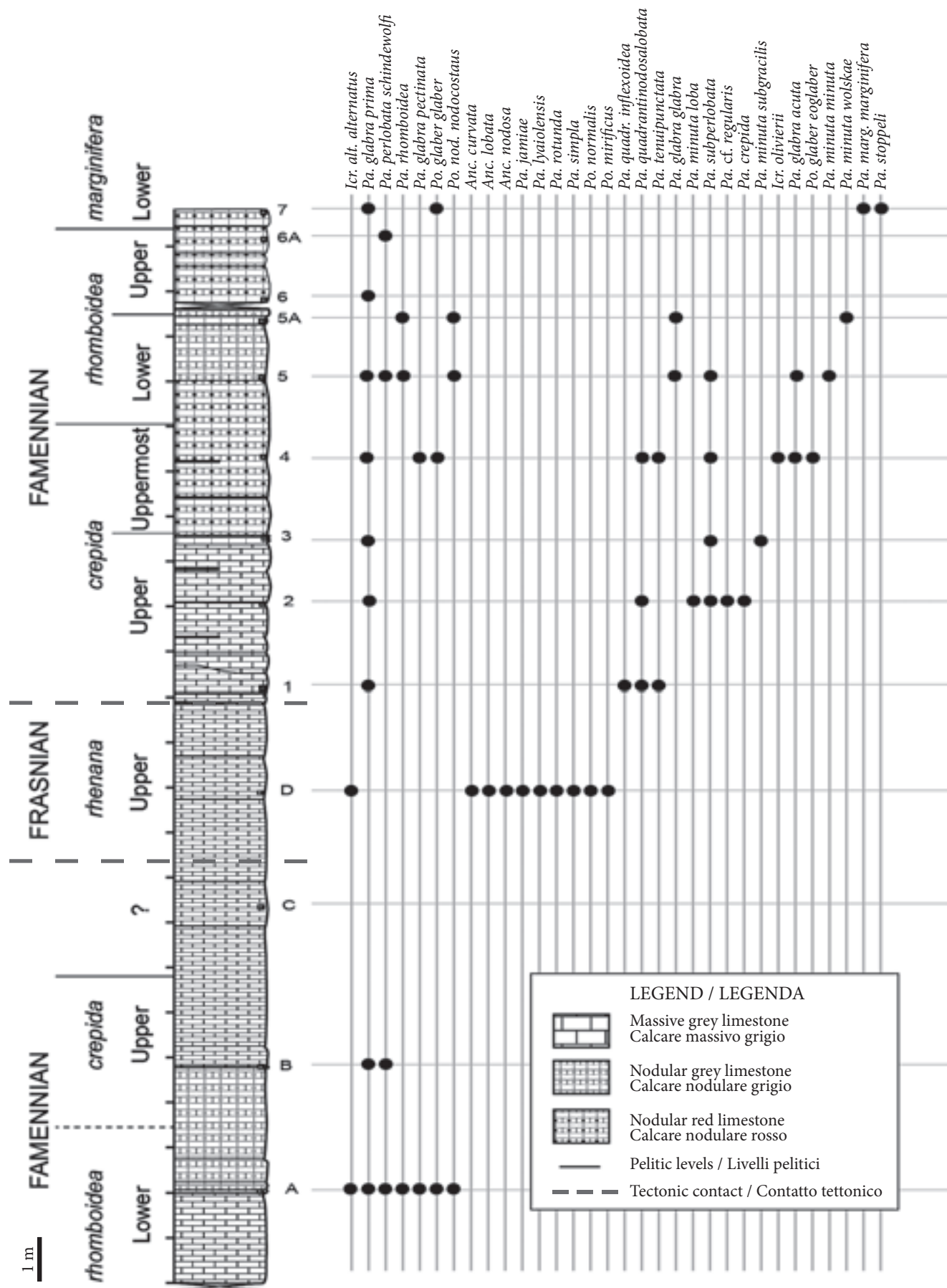



Fig. 4 - Stratigraphic log of the Pizzul West section and conodont distribution.
- *Colonna stratigrafica e distribuzione dei conodonti nella sezione Pizzul Ovest.*

PIZZUL WEST SECTION															
Stage	FAMENNIAN			FRASNIAN	FAMENNIAN										TOTAL
Conodont biozone	Lower *rhomboidea*	Upper *crepida*	?	Upper *rhenana*	Upper *crepida*			Uppermost *crepida*	Lower *rhomboidea*		Upper *rhomboidea*		Lower *marginifera*	Lower *expansa*	
Sample	*A*	*B*	*C*	*D*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*5A*	*6*	*6A*	*7*	*Z*	
Ancyrodella curvata				1											1
Ancyrodella lobata				4											4
Ancyrodella nodosa				4											4
Bispathodus stabilis														22	22
Icriodus alternatus alternatus	1			8											9
Icriodus olivierii								6							6
Palmatolepis crepida						1									1
Palmatolepis glabra acuta								2	3						5
Palmatolepis glabra glabra						1			23	5					29
Palmatolepis glabra pectinata	4							3							7
Palmatolepis glabra prima	4	3			1		1	23	26		1		4		63
Palmatolepis gracilis gracilis							1							20	21
Palmatolepis gracilis sigmoidalis														5	5
Palmatolepis jamiae				5											5
Palmatolepis lyaiolensis				4											4
Palmatolepis m. marginifera													1		1
Palmatolepis minuta minuta									7						7
Palmatolepis minuta loba						1									1
Palmatolepis minuta wolskae										2					2
Palmatolepis p. schindewolfi	4	1							3			2		26	36
Palmatolepis perlobata postera														2	2
Palmatolepis regularis						1									1
Palmatolepis rhomboidea	3								3	5					11
Palmatolepis rotunda				1											1
Palmatolepis rugosa rugosa														2	2
Palmatolepis simpla				2											2
Palmatolepis stoppeli													1		1
Palmatolepis subperlobata						1	1	4	11						17
Palmatolepis tenuipunctata					3			2							5
Pseudopolygnathus controversus														5	5
Pseudopolygnathus irregularis														2	2
Pseudopolygnathus m. marburgensis														2	2
Pseudopolygnathus micropunctatus														2	2
Polygnathus glaber eoglaber								2							2
Polygnathus glaber glaber	6							1	8				1		16
Polygnathus marginvolutus														8	8
Polygnathus mirificus				1											1
Polygnathus n. nodocostatus	3									1				4	8
Polygnathus normalis				1											1
Polygnathus obliquicostatus														7	7
Polygnathus styriacus														50	50
Ramiforms		1		7	2			1	34	4	2	5		127	183
Ancyrodella sp.				5											5
Icriodus sp.				2	2	1		5							10
Palmatolepis sp.	18		1		12	1	1	1		15			5		54
Polygnathus sp.				7					1						8
Pb elements									3						3
Unidentified	21			58			4	42		23		6	4	117	275
Total	**64**	**5**	**1**	**110**	**20**	**7**	**8**	**92**	**122**	**55**	**3**	**13**	**16**	**401**	**917**
Weight	1,9	1,8	1,7	1,9	2,2	1,7	1,4	1,2	1,2	2,1	2,4	1,9	1,9	2,6	25,9
Abundance	33,7	2,8	0,6	57,9	9,1	4,1	5,9	74,8	100,0	26,2	1,3	6,8	8,4	154,2	485,8

Tab. I - Conodont distribution chart of the Pizzul West section.
- Tabella di distribuzione dei conodonti nella sezione Pizzul Ovest.

within this zone (Ziegler & Sandberg 1990; Ji & Ziegler 1993; Ovnatanova & Kononova 2008).
- The Upper *crepida* Zone has been discriminated in samples PZW 1-3, thanks of the first occurrence of the marker *Palmatolepis glabra prima*, and of *Palmatolepis glabra lepta* and *Palmatolepis minuta subgracilis*. The absence of taxa having a younger first occurrence suggests that also sample PZW B may belong to this biozone.
- The Uppermost *crepida* Zone is recognized in sample PZW 4 by the joint occurrence of the marker *Palmatolepis glabra pectinata* and of *Palmatolepis tenuipunctata*, that has its last appearance datum within this zone (Ji & Ziegler 1993). Also, *Icriodus olivierii* enters here at the base of its known range (Corradini 2008).
- The Lower *rhomboidea* Zone is discriminated in samples PZW 5-5A by the presence of the marker *Palmatolepis rhomboidea*, and of *Palmatolepis minuta wolskae* and *Palmatolepis subperlobata* that have their last occurrence within this Zone (Ji & Ziegler 1993).
- The Upper *rhomboidea* Zone (Samples PZW 6, 6A) is here recognized by the extinction of *Palmatolepis minuta wolskae*.
- The Lower *marginifera* Zone (Sample PZW 7) is recognized by the first occurrence of the marker *Palmatolepis marginifera marginifera*. The presence of *Palmatolepis stoppeli*, which became extinct within this Zone (Ji & Ziegler 1993) confirms the attribution of PZW 7.
- The Lower *expansa* Zone (Sample Z) is discriminated by the joint occurrence of *Palmatolepis rugosa rugosa*, *Polygnathus nodocostatus nodocostatus* and *Polygnathus styriacus*. The first one make its first occurrence in this Zone, while the other two became extinct (Ji & Ziegler 1993).

Sistematic Palaeontology

Synonymy lists are limited to main captions and to reports from the Carnic Alps. The whole conodont collection is housed in the Museum of Palaeontology "Domenico Lovisato" of Cagliari University (MDLCA); catalog numbers of figured specimens (Figs 5-6) can be obtained from the figure captions.

Family Spathognathodontidae Hass, 1959

Genus *Ancyrodella* Ulrich & Bassler, 1926

Ancyrodella curvata Branson & Mehl, 1934
(Fig. 5.3)

1934 *Ancyrodella curvata* n. sp. - Branson & Mehl, p. 241, pl. 19, figs 6, 11.
1966 *Ancyrodella curvata* Branson & Mehl - Glenister & Klapper, p. 798, pl. 86, figs 13-15.
1993 *Ancyrodella curvata* Branson & Mehl - Ji & Ziegler, p. 96, pl. 2, figs 4-5.
1998 *Ancyrodella curvata* Branson & Mehl - Spalletta & Perri, p. 204, pl. 2.2.1, fig. 1.

Remarks: *Ancyrodella curvata* is characterized by a strongly pronounced latero-posterior lobe which can bear a secondary carina and a secondary keel. The anterior lobes are well developed. The carina goes all along the element and is bounded by two row of nodes, one on each side of the carina. The platform is covered by nodes. It is distinguished from *Ancyrodella lobata* by a secondary carina on the latero-posterior lobe and a secondary keel.

Range: From within the Lower *hassi* Zone to the end of the *linguiformis* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW D.

Ancyrodella lobata Branson & Mehl, 1934
(Fig. 5.2)

1934 *Ancyrodella lobata* n. sp. - Branson & Mehl, p. 239-240, pl. 19, fig. 14, pl. 21, figs 22-23.
1971 *Ancyrodella lobata* Branson & Mehl - Szulczewski, p. 13, pl. 3, figs 1-4 only.
1985 *Ancyrodella lobata* Branson & Mehl - Klapper & Lane, p. 923-924, pl. 14, fig. 12, 13, 16, 17.
1989 *Ancyrodella lobata* Branson & Mehl - Ji, pl. 3, fig. 3.
1993 *Ancyrodella curvata* (Branson & Mehl) - Ji & Ziegler, p. 96, pl. 2, figs 6-10.

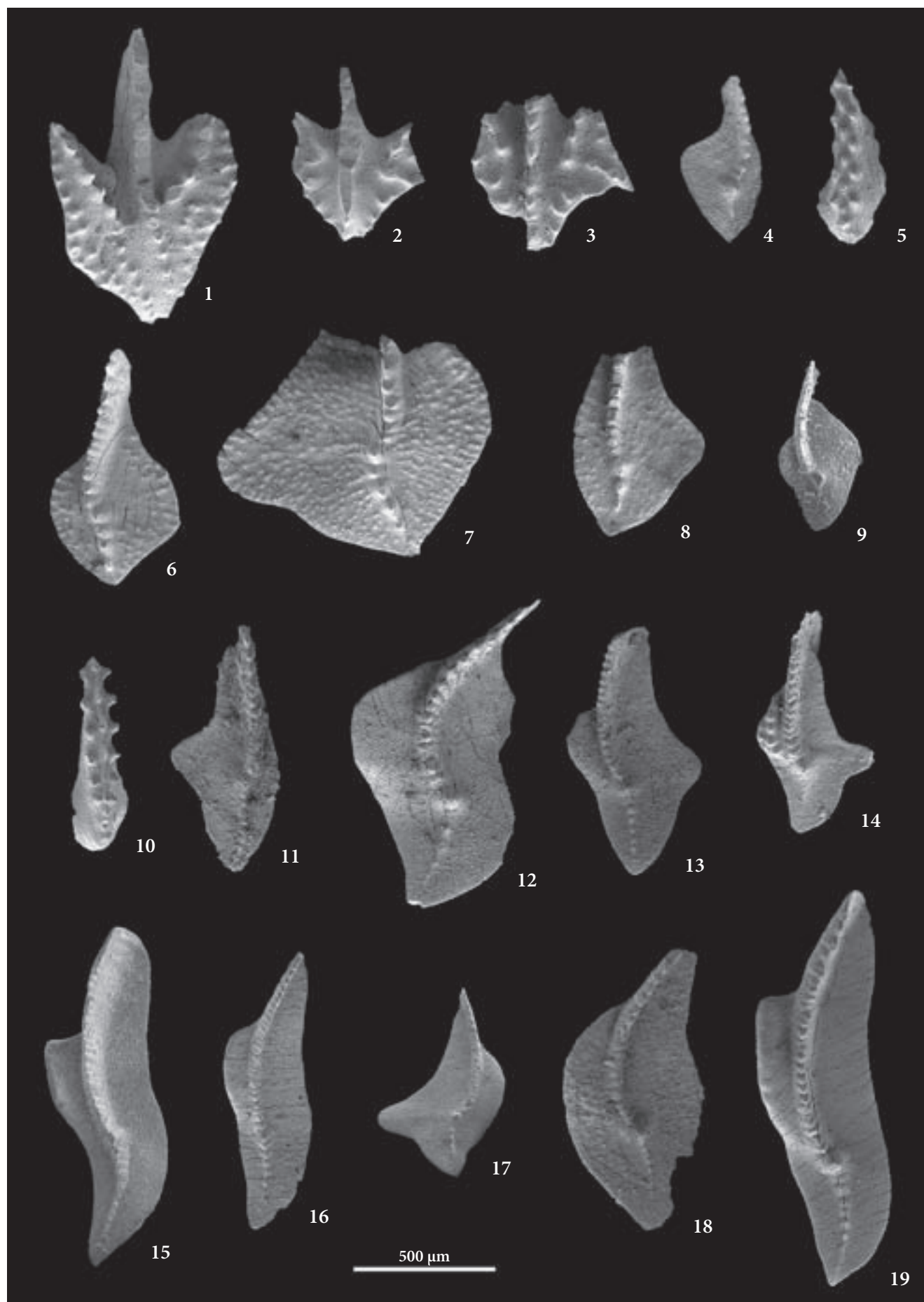
Remarks: *Ancyrodella lobata* is characterized by a platform covered with nodes, with two raws of big nodes on each side. The platform is bilaterally asymmetrical with a well-developed lobe-like protrusion on the outer side. The lobe is covered with random nodes and underneath is evident a secondary keel. It is distinguished by *Ancyrodella curvata* by a lobe-like protrusion, rather than a distinct latero-posterior lobe on the outer platform, and by the lack of the secondary carina on this lobe-like protrusion.

Range: Nearly from the start of the Lower *hassi* Zone into the Upper *rhenana* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 4 specimens from sample PZW D.

Ancyrodella nodosa Ulrich & Bassler, 1926
(Fig. 5.1)

1926 *Ancyrodella nodosa* n. sp. - Ulrich & Bassler, p. 48, pl. 1, figs 1-13.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
500 μm

1958 *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler - Ziegler, p. 44, pl. 11, fig. 1.
1966 *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler - Glenister & Klapper, p. 798-799, pl. 86, figs 5-12.
1993 *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler - Ji & Ziegler, p. 96, pl. 2, figs 11-12; text-fig. 8, figs 8-9.
2008 *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler - Ovnatanova & Kononova, p. 1080-1081, pl. 26, figs 11-16.

Remarks: *Ancyrodella nodosa* is characterized by an alate platform with the surface covered by random nodes. The carina extends beyond the platform in the posterior part of the element, due to the constriction of the posterior margins of the platform. It is distinguished from *Ancyrodella lobata* by the absence of the lobe-like protrusion on the outer platform.

Range: Nearly from the start of the Upper *hassi* Zone to the end of the *linguiformis* Zone (Ji & Ziegler, 1993).

Studied material: 4 specimens from sample PZW D.

Family Icriodontidae Müller & Müller, 1957

Genus *Icriodus* Branson & Mehl, 1938

Icriodus alternatus Branson & Mehl, 1934
(Fig. 5.5)

1934 *Icriodus alternatus alternatus* n. sp. - Branson & Mehl, p. 225-226, pl. 13, figs 4-6.
1984 *Icriodus alternatus alternatus* Branson & Mehl - Sandberg & Dreesen, pl. 2, figs 5, 11.
1993 *Icriodus alternatus alternatus* Branson & Mehl - Ji & Ziegler, p. 55, pl. 5, figs 5-8; text-fig. 6, fig 2.
1998d *Icriodus alternatus alternatus* Branson & Mehl - Perri & Spalletta, p. 204, pl. 2.2.1, figs 4-5.
2003 *Icriodus alternatus alternatus* Branson & Mehl - Corradini, p. 92, pl. 2, figs 9-12.

Remarks: *Icriodus alternatus alternatus* is characterized by a thin and elongated platform. It has three rows of longitudinal nodes that covered the platform. The central row is located anterior to those of the lateral rows. The central raw has a cusp at the posterior end. The basal cavity is deep and narrow in the anterior half of the platform, wider in the posterior third. It is distinguished from *Icriodus alternatus helmsi,* which has the posterior cusp aligned with one of the lateral rows.

Range: Upper *rhenana* Zone to Uppermost *crepida* Zone (Schülke 1999).

Studied material: 9 specimens from samples PZW A, PZW D.

Icriodus olivierii Corradini, 1998
(Fig. 5.10)

1970 *Icriodus symmetricus* Branson & Mehl - Olivieri, pl. 14, fig. 9.
1998 *Icriodus olivierii* - Corradini, pl. 1.4.1, fig. 8.
2003 *Icriodus olivierii* Corradini - Corradini, p. 92-93, pl. 2, figs 14-21 (cum syn.).

Fig. 5 - Upper views of P1 elements from PZW section. 1. *Ancyrodella nodosa* Ulrich & Bassler, 1926 (Sample PZW D); 2. *Ancyrodella lobata* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW D); 3. *Ancyrodella curvata* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW D); 4. *Palmatolepis simpla* Ziegler & Sandberg, 1990 (Sample PZW D); 5. *Icriodus alternatus alternatus* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW D); 6. *Palmatolepis lyaiolensis* Khrustcheva & Kuzmin, 1996 (Sample PZW D); 7. *Palmatolepis rotunda* Ziegler & Sandberg, 1990 (Sample PZW D); 8. *Palmatolepis jamiae* Ziegler & Sandberg, 1990 (Sample PZW D); 9. *Palmatolepis rhomboidea* Sannemann, 1955 (Sample PZW 5); 10. *Icriodus olivierii* Corradini, 1998 (Sample PZW 4). 11. *Palmatolepis minuta loba* Helms, 1963 (Sample PZW 2); 12. *Palmatolepis regularis* Cooper, 1931 (Sample PZW 2); 13. *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann, 1955 (Sample PZW 1); 14. *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann, 1955 (PZW 4); 15. *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich & Bassler, 1926 (Sample PZW 5); 16. *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle, 1969 (Sample PZW 5); 17. *Palmatolepis subperlobata* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW 4); 18. *Palmatolepis crepida* Sannemann, 1955 (Sample PZW 2); 19. *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, 1962 (Sample PZW 4).

- *Veduta superiore di elementi P1 dalla sezione PZW. 1.* Ancyrodella nodosa *Ulrich & Bassler, 1926 (Campione PZW D); 2.* Ancyrodella lobata *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW D); 3.* Ancyrodella curvata *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW D); 4.* Palmatolepis simpla *Ziegler & Sandberg, 1990 (Campione PZW D); 5.* Icriodus alternatus alternatus *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW D); 6.* Palmatolepis lyaiolensis *Khrustcheva & Kuzmin, 1996 (Campione PZW D); 7.* Palmatolepis rotunda *Ziegler & Sandberg, 1990 (Campione PZW D); 8.* Palmatolepis jamiae *Ziegler & Sandberg, 1990 (Campione PZW D); 9.* Palmatolepis rhomboidea *Sannemann, 1955 (Campione PZW 5); 10.* Icriodus olivierii *Corradini, 1998 (Campione PZW 4). 11.* Palmatolepis minuta loba *Helms, 1963 (Campione PZW 2); 12.* Palmatolepis regularis *Cooper, 1931 (Campione PZW 2); 13.* Palmatolepis tenuipunctata *Sannemann, 1955 (Campione PZW 1); 14.* Palmatolepis quadrantinodosalobata *Sannemann, 1955 (PZW 4); 15.* Palmatolepis glabra glabra *Ulrich & Bassler, 1926 (Campione PZW 5); 16.* Palmatolepis glabra prima *Ziegler & Huddle, 1969 (Campione PZW 5); 17.* Palmatolepis subperlobata *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW 4); 18.* Palmatolepis crepida *Sannemann, 1955 (Campione PZW 2); 19.* Palmatolepis glabra pectinata *Ziegler, 1962 (Campione PZW 4).*

Remarks: This species is characterized by a platform thin and elongated, with the longitudinal axis straight or slightly curved. There are three rows of longitudinal nodes. The nodes of the middle row laterally compressed and longitudinally elongated, in some cases are almost joined together. The basal cavity is deep and narrow in the anterior half of the platform, wider in the posterior third.

Range: From the Upper *rhenana* Zone to the Uppermost *crepida* Zone (Corradini 2003).

Studied material: 6 specimens from sample PZW 4.

Family Palmatolepidididae Bassler, 1926

Genus *Palmatolepis* Ulrich & Bassler, 1926

Palmatolepis crepida Sannemann, 1955
(Fig. 5.18)

1955 *Palmatolepis crepida* n. sp. - Sannemann, p. 134, pl. 6, fig. 21.
1962 *Palmatolepis crepida* crepida Sannemann - Ziegler, p. 55, pl. 6, figs 13-19 (no fig. 12).
1993 *Palmatolepis crepida* Sannemann - Ji & Ziegler, p. 59, pl. 22, figs 1-7; text-fig. 13, fig. 4.

Remarks: *Palmatolepis crepida* is characterized by having a drop-shape platform, with a shagreen surface. The inner anterior margin is convex, the outer margin is almost straight. The carina is strongly curved, the central node is situated in the second half of the element, and the posterior carina is weakly pronounced. It is distinguished by *Palmatolepis tenuipunctata* by the lack of the outer lobe.

Range: From the Lower *crepida* Zone to the Lower *rhomboidea* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW 2.

Palmatolepis glabra acuta Helms, 1963

1963 *Palmatolepis* (*Panderolepis*) *serrata acuta* n. sp. - Helms, p. 468, pl. 3, fig. 1-4, 6.
1971 *Palmatolepis glabra acuta* Helms - Szulczewski, p. 33, pl. 14, figs 6, 7.
1990 *Palmatolepis glabra acuta* Helms - Perri & Spalletta, p. 60, pl. 1, figs 4a-b.
1993 *Palmatolepis glabra acuta* Helms - Ji & Ziegler; pl. 16, figs 11, text-fig. 17, fig. 5.

Remarks: This subspecies of *Palmatolepis glabra* is characterized by a parapet in the inner anterior margin of the platform, that ends with a thorn-like projection in the anterior ends. The carina is slightly sigmoidal. It is distinguished by *Palmatolepis glabra glabra* by the presence of the thorn-like projection on the inner anterior margin, and by *Palmatolepis glabra distorta* by the lack of the pronounced parapet.

Range: From the upper part of the Lower *rhomboidea* Zone to the base of the Upper *marginifera* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 5 specimens from samples PZW 4 and PZW 5.

Palmatolepis glabra glabra Ulrich & Bassler, 1926
(Fig. 5.15)

1926 *Palmatolepis glabra* n. sp. - Ulrich & Bassler, p. 51, pl. 9, fig. 20.
1993 *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich & Bassler - Ji & Ziegler, p. 60-61, pl. 17, figs 13-15; text-fig. 17, fig. 4.
2003 *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich & Bassler - Corradini, p. 79, pl. 4, figs 1-2.

Remarks: *Palmatolepis glabra glabra* is characterized by a narrow and elongated platform. The inner anterior margin joins the blade at a right angle. The carina is slightly sigmoidal. It is distinguished from *Palmatolepis glabra prima* because of the angle of the insertion of the inner anterior margin into the blade, and by *Palmatolepis glabra distorta* by the lack of a pronounced parapet.

Range: From the Lower *rhomboidea* Zone to the Lower *marginifera* Zone (Ji & Ziegler 2003).

Studied material: 23 specimens from samples PZW 5 and PZW 5A.

Palmatolepis glabra pectinata Ziegler, 1962
(Fig. 5.19)

1962 *Palmatolepis glabra pectinata* n. sub. sp. - Ziegler, p. 398-399, pl. 2, figs 3-5.
1966 *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler - Glenister & Klapper, p. 814, pl. 89, figs 1-3, 5, 9, 10; pl. 10, figs 4-5; pl. 91, figs 1, 3, 5.
1993 *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler - Ji & Ziegler, p. 61, pl. 16, figs 5-10, pl. 17, figs 1-12; text-fig 17, figs 7-8.
1998b *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 156, pl. 1.3.1, figs 1-2.

Remarks: This subpecies is distinguished from *Palmatolepis glabra prima* and *Palmatolepis glabra glabra* having a long parapet that lies close and parallel to the carina, and from *Palmatolepis glabra distorta* which is more sigmoidal and by the lack of the bulge in the posterior part of the outer platform. According to Ji & Ziegler (1993) there are two morphotypes of this specie that differs from the shape of the parapet.

Range: From the Uppermost *crepida* Zone to the Upper *marginifera* Zone (Ji & Ziegler 1993).
Studied material: 7 specimens from samples PZW A, PZW 4.

Palmatolepis glabra prima
Ziegler & Huddle, 1969
(Fig. 5.16)

1969 *Palmatolepis glabra prima* - Ziegler & Huddle, p. 379 (cum syn).
1970 *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle - Olivieri, p.100, pl.17, figs 1-4.
1977 *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle -Ziegler in Ziegler (ed.), p. 309, pl. *Palmatolepis*-7, fig. 4-7 (cum syn.).
1990 *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle - Perri & Spalletta, p. 61, pl. 2, figs1a-b.
1993 *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler - Ji & Ziegler, p. 61, pl. 16, figs 12-17, pl. 17, text-fig 17, figs 2, 9, 17.
1998c *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle - Perri & Spalletta, p. 156, pl. 1.3.1, figs 3-4, 5.
2003 *Palmatolepis glabra prima* Ziegler & Huddle - Corradini, p. 79, pl. 4, figs 3-6.

Remarks: *Palmatolepis glabra prima* is distinguished by the other subspecies of *Palmatolepis glabra* by the rounded, bulge-like parapet on the anterior inner platform, and by *Palmatolepis tenuipunctata* by the lack of the outer lobe.
Range: From the Upper *crepida* Zone to the Upper *marginifera* Zone (Ji & Ziegler 1993).
Studied material: 66 specimens from samples PZW B, PZW A, PZW 1, PZW 3, PZW 4, PZW 5, PZW 6, PZW 7.

Palmatolepis gracilis gracilis
Branson & Mehl, 1934
(Fig. 6.15-16)

1934 *Palmatolepis gracilis* - Branson & Mehl, p. 238, pl. 18, fig. 8.
1969 *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl - Pölser, p. 399, pl. 6, fig. 21.
1977 *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl - Ziegler in Ziegler (ed.), p. 315, pl. *Palmatolepis* -7, figs 8-10 (cum syn.).
1990 *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl - Perri & Spalletta, p. 61, pl. 2, fig. 2.
1991 *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl - Perri & Spalletta, p. 62, pl. 4, figs 3-4.
1993 *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl- Ji & Ziegler, p. 63, pl. 6, figs 4-7; text-fig. 14, fig. 2.
1998c *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl - Corradini, pl. 1.4.2, figs 16-17.

Remarks: *Palmatolepis gracilis gracilis* is characterized by a small, narrow platform with a raised margin rim. The element is curved, in some species almost at a right angle. The keel underneath the central node is twisted around the small basal cavity. It is distinguished from *Palmatolepis minuta minuta* by the characteristic twisted keel.
Range: From the Upper *rhomboidea* Zone to the Upper *praesulcata* Zone (Ji & Ziegler 1993).
Studied material: 20 specimens from sample PZW Z.

Palmatolepis gracilis sigmoidalis Ziegler, 1962
(Fig. 5.11)

1962 *Palmatolepis deflectens sigmoidalis* n. subsp. - Ziegler, p. 56 pl. 3, figs 24-28.
1969 *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler- Pölser, p. 399, pl. 6, fig. 22.
1979 *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler- Sandberg & Ziegler; p. 178, pl. 1, figs 3-5.
1991 *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 64, pl. 4, fig. 6.
1993 *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Zieglerr - Ji & Ziegler, pl. 5, figs 1-3; text-fig. 14, fig. 6.

Remarks: This subspecies differs from the other subspecies of *Palmatolepis gracilis* having a characteristic twisted platform and by the offset of the anterior carina.
Range: From within the Upper *trachytera* Zone to the Upper *praesulcata* Zone (Ji & Ziegler 1993).
Studied material: 5 specimens from sample PZW Z.

Palmatolepis jamiae Ziegler & Sandberg, 1990
(Fig. 5.8)

1990 *Palmatolepis jamiae* - Ziegler & Sandberg, p. 50-51, pl. 6, figs 1-3, 9, 10 (only).
1993 *Palmatolepis jamiae* Ziegler & Sandberg - Ji & Ziegler, pl. 27, figs 1-3.
2008 *Palmatolepis jamiae* Ziegler & Sandberg - Ovnatanova & Kononova, pl. 10, figs 16-18; pl. 11, figs 1-4, 5?, 6, 7?, 8, 9; pl. 14, fig. 10.

Remarks: *Palmatolepis jamiae* is characterized by a shagreen platform that tapers in the anterior part where the two margins join the blade more or less in the same position. A rounded well pronounced lobe is present just anteriorly of the central node. The inner posterior margin of the platform is concave. The carina is slightly sigmoidal, and well developed posterior of

the central node where is composed of three or four nodes. This species differ from *Palmatolepis foliacea* by having a well-developed lobe with two sinuses.

Range: From the start of the *jamiae* Zone to the Upper *rhenana* Zone (Ziegler & Sandberg 1990).

Studied material: 5 specimens from sample PZW D.

Palmatolepis lyaiolensis
Khrustcheva & Kuzmin, 1996
(Fig. 5.6)

1996 *Palmatolepis lyaiolensis* - Khrustcheva & Kuzmin, p. 93, pl. 11, figs 1-2.
2008 *Palmatolepis lyaiolensis* Khrustcheva & Kuzmin - Ovnatanova & Kononova, pl. 13, figs 4-11.

Remarks: This species is characterized by having a broad shagreen platform. The inner platform is rounded, while the outer platform is sub-triangular, because of the presence of a poorly differentiated lobe. The carina is slightly sigmoidal, and posterior of the central node is composed by one or two nodes. *Palmatolepis lyaiolensis* differs from *Palmatolepis hassi* in the poorly developed lobe, lacking well pronounced sinuses.

This species is here reported for the first time in Europe.

Range: From within the Lower *rhenana* Zone to the Upper *rhenana* Zone (Ovnatanova & Kononova 2008).

Studied material: 4 specimens from sample PZW D.

Palmatolepis marginifera marginifera
Helms, 1959
(Fig. 6.18)

1959 *Palmatolepis quarantinodosa marginifera* Ziegler (sic.) - Helms, p. 649, pl. 5, figs 22-23.
1973 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Sandberg & Ziegler; p. 104, pl. 3, figs 13-14.
1977 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Ziegler in Ziegler (ed.), p. 328, pl. *Palmatolepis* -7, fig. 17-18; pl. *Palmatolepis*-8, figs 1-2 (cum syn.).
1990 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Perri & Spalletta, p. 61, pl. 2, figs 3-4.
1993 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Ji & Ziegler, p. 64, pl. 13, figs 7-10; pl. 14, figs 1-6; text-fig. 17, fig. 14.
1998b *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Perri & Spalletta, p. 156, pl. 1.3.1, fig. 6.
1998 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Corradini, pl. 1.4.1, fig. 14.
2013 *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms - Mossoni et al., fig. 3.2.

Remarks: *Palmatolepis marginifera marginifera* is characterized by a rounded platform with a well-developed parapet parallel to the carina. The parapet starts in the inner anterior platform and it extends posterior the central node. It is distinguished from *Palmatolepis glabra distorta* by the length of the parapet and by the shape of the platform.

Range: From the base of the Lower *marginifera* Zone into the *velifer* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW 7.

Palmatolepis minuta
Branson & Mehl, 1934
(Fig. 6.17)

1934 *Palmatolepis minuta minuta* - Branson & Mehl, p. 236, pl. 18, figs 1, 6-7.
1962 *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl -Ziegler; pl. 3, figs 1-10, text fig. 5 b-n.
1990 *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl - Perri & Spalletta, p. 62, pl. 3, figs 1, 7.
1993 *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl - Ji & Ziegler, pl. 7, figs 1-19; pl. 9, figs 8-18; text-fig. 13, figs 9, 15, 16.
1998b *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl - Perri & Spalletta, p. 156, pl. 1.3.1, fig. 8.
1998 *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl - Corradini, pl. 1.4.1, fig. 14.

Remarks: *Palmatolepis minuta minuta* is characterized by a lanceolate smooth platform. In some elements a weak outer lobe is present. The carina is straight or weakly curved. This species differ from *Palmatolepis rhomboidea* by the lacking of the bulge in the anterior part of the inner platform.

Range: From the Upper *triangularis* Zone to the Upper *trachytera* Zone (Ji & Ziegler, 1993).

Studied material: 7 specimens from sample PZW 5.

Palmatolepis minuta loba Helms, 1963
(Fig. 5.11)

1963 *Palmatolepis* (*Deflectolepis*) *minuta loba* - Helms, p. 470, pl. 2, figs 13-14; pl. 3 fig. 12; text fig. 2, fig. 39.
1970 *Palmatolepis minuta loba* Helms - Olivieri, p. 107, pl. 20, fig. 5.
1993 *Palmatolepis minuta loba* Helms - Ji & Ziegler, p. 64, pl. 10, figs 1-16, text-fig. 13, fig. 11-12.
2003 *Palmatolepis minuta loba* Helms - Corradini, p. 80, pl. 6, fig. 9.

Remarks: This species is characterized by a lanceolate platform with a pronounced lobe in the outer side. The anterior carina is straight and the posterior carina is not well developed. It is distinguished from *Palmatolepis minuta minuta* by the presence of the lobe.

Range: From the Lower *crepida* Zone to the Lower *rhomboidea* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW 2.

Palmatolepis minuta subgracilis Bishoff, 1956

1956 *Palmatolepis minuta subgracilis* - Bishoff, p. 130, pl. 9, figs 9-12; pl. 10, fig. 13.
1977 *Palmatolepis minuta subgracilis* Bishoff - Ziegler in Ziegler (ed.), p. 343, pl. *Palmatolepis*-9, fig. 6 (cum syn).
2003 *Palmatolepis minuta subgracilis* Bishoff - Corradini; p. 80, pl. 6, fig. 21.

Remarks: *Palmatolepis minuta subgracilis* is characterized by a small and slender platform, with a small lobe. It is distinguished by the other subspecies of *Palmatolepis minuta* by the very small platform.

Range: From the Upper *crepida* Zone to the Lower *rhomboidea* Zone (Ziegler 1977).

Studied material: 1 specimens from sample PZW 2.

Palmatolepis minuta wolskae
Szulczewski, 1971

1971 *Palmatolepis minuta wolskae* - Szulczewski, p. 36, pl. 15, figs 2, 12-14.
1993 *Palmatolepis minuta wolskae* Szulczewski - Ji & Ziegler; p. 85 pl. 11, figs 1-11, text-fig. 13, figs 7-8.
2003 *Palmatolepis minuta wolskae* Szulczewski - Corradini; p. 80, pl. 6, figs 7-8.

Remarks: This species is characterized by a small ovoidal or subtriangular platform, with a small lobe in the outer platform. The posterior carina is absent. It is distinguished from *Palmatolepis minuta loba* by the absence of the posterior carina.

Range: From the Middle *crepida* Zone to the Lower *rhomboidea* Zone (Corradini 2003).

Studied material: 2 specimens from sample PZW 5A.

Palmatolepis perlobata postera Ziegler, 1960
(Fig. 6.2)

1960 *Palmatolepis perlobata postera* n. subsp. - Ziegler, p. 27, pl. 8, figs 22-31; pl. 9, fig. 33.
1979 *Palmatolepis perlobata postera* Ziegler - Sandberg & Ziegler, p. 180, pl. 2, figs 1-4.
1993 *Palmatolepis perlobata postera* Ziegler - Ji & Ziegler; text-fig 15, fig. 10.

Remarks: *Palmatolepis perlobata postera* is characterized by a broad curved platform covered by small nodes. It is distinguished by the other subspecies of *Palmatolepis perlobata* by the weak lobe on the outer part of the platform. This species was choosen as marker of the *postera* Zone by Ziegler & Sandberg (1984), however in North Gondwana is a very rare taxon (Corradini 2008).

Range: From the Lower *postera* Zone to the Upper *expansa* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 2 specimens from sample PZW Z.

Palmatolepis perlobata schindewolfi Müller, 1956
(Fig. 6.20)

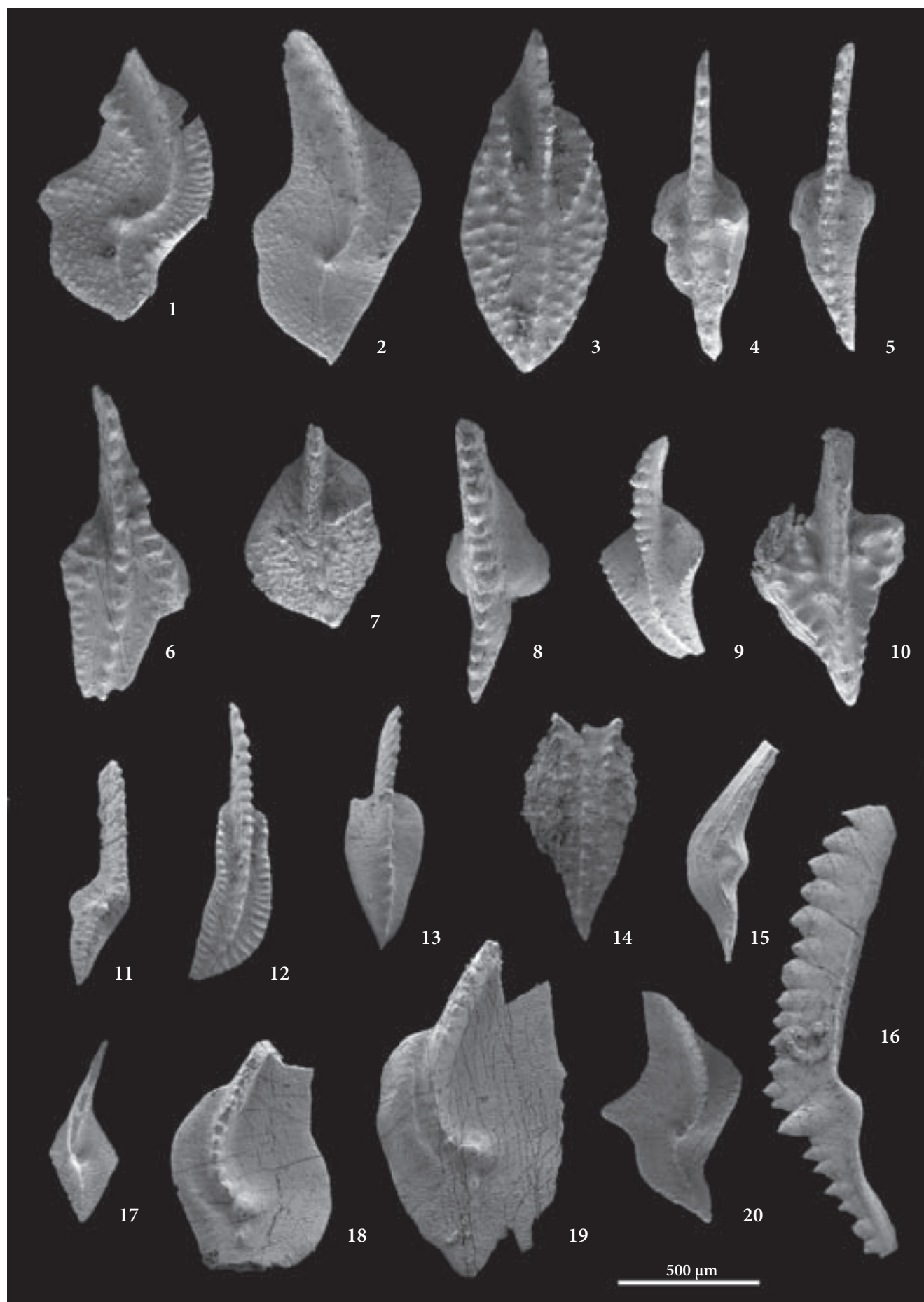
1956 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* - Müller, p. 27, pl. 8, figs 22-31; pl. 9, fig. 33.
1969 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Pölser, p. 399, pl. 5, figs 1-2, 9.
1970 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Olivieri, p. 109, pl. 20, figs 11-14.
1977 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Ziegler in Ziegler (ed.), p. 361, pl. *Palmatolepis*-11, fig. 1-7 (cum syn.).
1990 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Perri & Spalletta, fig. 63, pl. 3, figs 4-5, 8.
1991 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Perri & Spalletta, fig. 66, pl. 4, fig. 7.
1993 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Ji & Ziegler; p. 67, pl. 18, figs 9-15; text-fig. 15, fig. 3.
2003 *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller - Corradini, pl. 7, figs 1-5.

Remarks: *Palmatolepis perlobata schindewolfi* is characterized by an arc-shaped and elongated platform. There is a small lobe on the outer platform, and generally the posterior end is pointed downward. The surface is smooth or weakly ornamented. This species is distinguished from *Palmatolepis perlobata perlobata* by its slender shape, the small lobe and the weak ornamentation.

Range: From the Upper *crepida* Zone to the Upper *expansa* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 24 specimens from samples PZW A, PZW B, PZW 5 and PZW6A.

Palmatolepis quadrantinodosalobata
Sannemann, 1955
(Fig. 5.14)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
500 µm

1955 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* - Sannemann, p. 328, pl. 24, fig. 6.
1969 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann - Pölser, p. 399, pl. 6, figs 13-14.
1970 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann - Olivieri, p. 112, pl. 18, fig. 9-11.
1973 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann - Ziegler in Ziegler (ed.), p. 295, pl. *Palmatolepis*-4, figs 6-8 (cum syn.).
1993 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann - Ji & Ziegler, p. 69, pl. 23, fig. 5-7; text-fig. 12, fig. 3, 7-8.
2003 *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann - Corradini, pl. 5, figs 7-9.

Remarks: *Palmatolepis quadrantinodosalobata* is distinguished by a well-developed rounded lobe in the outer part of the platform and the inner anterior part covered with aligned or randomly disposed nodes (Ji & Ziegler 1993). A few specimens may have a few small nodes on the outer anterior part of the platform. *Palmatolepis quadrantinodosalobata* is distinguished from *Palmatolepis subperlobata* by the presence of the ornamentation, and by *Palmatolepis sandbergi* that has the whole inner platform covered by nodes.

Range: From the base of the Lower *crepida* zone into the Lower *rhomboidea* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 10 specimens from samples PZW 1, PZW 2, PZW 4.

Palmatolepis regularis Cooper, 1931
(Fig. 5.12)

1931 *Palmatolepis regularis* n. sp. - Cooper, p. 242, pl. 28, fig. 36.
1962 *Palmatolepis* cf. *regularis* Cooper - Ziegler, p. 75-76, pl. 6, figs 20-24.
1969 *Palmatolepis* cf. *regularis* Cooper - Pölser, p. 399, pl. 5, figs 3-4.
1993 *Palmatolepis* cf. *regularis* Cooper - Ji & Ziegler, pl. 21, figs 6-10; text-fig. 16, figs 7, 9.

Remarks: This species is characterized by a shagreen, strongly sigmoidal platform lacking the outer lobe. Ji & Ziegler (1993) proposed two morphotypes that differ from the width of the platform. Morphotype 1 has a narrow and elongated platform, while morphotype 2 has a broader platform. The specimen from Pizzul West section belongs to morphotype 2. However, it should be pointed out that, since the range of the two morphotypes is the same and coincides with the range of the species, their utility is questionable. This species is distinguished by *Palmatolepis subperlobata* by the lack of the outer lobe.

Range: From the Upper *triangularis* Zone to the Lower *rhomboidea* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW 2.

Palmatolepis rhomboidea Sannemann, 1955
(Fig. 5.9)

Fig. 6 - Upper views of P1 elements from PZW section, unless differently stated. 1. *Palmatolepis rugosa rugosa* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW Z); 2. *Palmatolepis perlobata postera* Ziegler, 1960 (Sample PZW Z); 3. *Polygnathus* cf. *nodocostatus* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW Z); 4. *Pseudopolygnathus irregularis* Traghelen & Hartenfels, 2011 (Sample PZW Z); 5. *Pseudopolygnathus micropunctatus* Bishoff & Ziegler, 1956 (Sample PZW Z); 6. *Pseudopolygnathus controversus* Sandberg & Ziegler, 1979 (Sample PZW Z); 7. *Polygnathus styriacus* Ziegler, 1957 (Sample PZW Z); 8. *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl, 1934) (PZW Z); 9. *Polygnathus marginvolutus* Gedik, 1969 (PZW Z); 10. *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* Bishoff & Ziegler, 1956 (Sample PZW Z); 11. *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, 1962 (Sample PZW Z); 12. *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler, 1962 (Sample PZW Z); 13. *Polygnathus glaber glaber* Ulrich & Bassler, 1926 (Sample PZW 5); 14. *Polygnathus nodocostatus nodocostatus* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW 5); 15. *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl, 1934, lower view (Sample PZW Z); 16. *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW Z); 17. *Palmatolepis minuta minuta* Branson & Mehl, 1934 (Sample PZW 5A); 18. *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, 1959 (Sample PZW 7); 19. *Palmatolepis stoppeli* Sandberg & Ziegler, 1973 (Sample PZW 7); 20. *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Muller, 1956 (Sample PZW 5).
- *Veduta superiore di elementi P1 dalla sezione PZW, a meno di indicazioni differenti nella didascalia. 1.* Palmatolepis rugosa rugosa *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW Z); 2.* Palmatolepis perlobata postera *Ziegler, 1960 (Campione PZW Z); 3.* Polygnathus *cf.* nodocostatus *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW Z); 4.* Pseudopolygnathus irregularis *Traghelen & Hartenfels, 2011 (Campione PZW Z); 5.* Pseudopolygnathus micropunctatus *Bishoff & Ziegler, 1956 (Campione PZW Z); 6.* Pseudopolygnathus controversus *Sandberg & Ziegler, 1979 (Campione PZW Z); 7.* Polygnathus styriacus *Ziegler, 1957 (Campione PZW Z); 8.* Bispathodus stabilis *(Branson & Mehl, 1934) (PZW Z); 9.* Polygnathus marginvolutus *Gedik, 1969 (PZW Z); 10.* Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis *Bishoff & Ziegler, 1956 (Campione PZW Z); 11.* Palmatolepis gracilis sigmoidalis *Ziegler, 1962 (Campione PZW Z); 12.* Polygnathus obliquicostatus *Ziegler, 1962 (Campione PZW Z); 13.* Polygnathus glaber glaber *Ulrich & Bassler, 1926 (Campione PZW 5); 14.* Polygnathus nodocostatus nodocostatus *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW 5); 15.* Palmatolepis gracilis gracilis *Branson & Mehl, 1934, veduta inferiore (Campione PZW Z); 16.* Palmatolepis gracilis gracilis *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW Z); 17.* Palmatolepis minuta minuta *Branson & Mehl, 1934 (Campione PZW 5A); 18.* Palmatolepis marginifera marginifera *Helms, 1959 (Campione PZW 7); 19.* Palmatolepis stoppeli *Sandberg & Ziegler, 1973 (Campione PZW 7); 20.* Palmatolepis perlobata schindewolfi *Muller, 1956 (Campione PZW 5).*

1955a *Palmatolepis rhomboidea* - SANNEMANN, p. 329, pl. 24, fig. 14.
1970 *Palmatolepis rhomboidea* SANNEMANN - OLIVIERI, p. 114, pl. 16, figs 11-14.
1985 *Palmatolepis rhomboidea* SANNEMANN - ZIEGLER in ZIEGLER (ed.), p. 299, pl. *Palmatolepis*-1, fig. 6-7 (cum syn.).
2003 *Palmatolepis rhomboidea* SANNEMANN - CORRADINI, p. 83, pl. 3, figs 19-21.

Remarks: *Palmatolepis rhomboidea* is characterized by a small rhomboidal platform with an evident bulge in the outer anterior part. It is distinguished by *Palmatolepis minuta minuta* by the bulge in the inner anterior platform and the shorter free blade.

Range: From the Lower *rhomboidea* Zone to the lower part of the Upper *marginifera* Zone (CORRADINI 2003).

Studied material: 11 specimens from samples PZW A, PZW 5, PZW 5A.

Palmatolepis rotunda ZIEGLER & SANDBERG, 1990
(Fig. 5.7)

1990 *Palmatolepis rotunda* n. sp. - ZIEGLER & SANDBERG, p. 62, pl. 10, figs 1-5.
1998 *Palmatolepis rotunda* ZIEGLER & SANDBERG - SPALLETTA & PERRI, p. 204, pl. 2.2.1, fig. 12.

Remarks: *Palmatolepis rotunda* is characterized by a broad rounded inner posterior platform. There is a well developed rounded lobe in the outer platform, with two evident sinuses. The anterior carina is strongly curved, while the posterior carina is not well pronounced.

Range: From the start of the Upper *rhenana* Zone to the top of the *linguiformis* Zone (ZIEGLER & SANDBERG 1990).

Studied material: 1 specimen from sample PZW D.

Palmatolepis rugosa rugosa
BRANSON & MEHL, 1934
(Fig. 6.1)

1934 *Palmatolepis rugosa* n.sp. - BRANSON & MEHL, p. 236, pl. 18, figs 15, 16, 18, 19.
1979 *Palmatolepis rugosa rugosa* BRANSON & MEHL - SANDBERG & ZIEGLER, p. 180, pl. 2, figs 1-4.
1991 *Palmatolepis rugosa rugosa* BRANSON & MEHL - PERRI & SPALLETTA, p. 66, pl. 4, figs 8-9.
1993 *Palmatolepis rugosa rugosa* BRANSON & MEHL - JI & ZIEGLER; text-fig 15, fig. 12.

Remarks: This species is characterized by a broad strongly ornamented platform, with a very pronounced outer lobe. The carina is strongly curved anterior the central node. It is distinguished from the other subspecies of *Palmatolepis rugosa* by the pattern of the ornamentation, that shows a ridge-type nodes in the inner parapet and a series of coarse nodes in the anterior part of the outer platform.

Range: From the Lower *expansa* Zone to the Upper *expansa* Zone (JI & ZIEGLER, 1993).

Studied material: 2 specimens from sample PZW Z.

Palmatolepis simpla ZIEGLER & SANDBERG, 1990
(Fig. 5.4)

1990 *Palmatolepis simpla* n. sp. - ZIEGLER & SANDBERG, p. 47-48, pl. 4, figs 9-12.

Remarks: *Palmatolepis simpla* is characterized by a broad platform, almost rounded in the posterior part, while in the anterior part became narrow. There is a rounded lobe in the outer part of the anterior platform. The anterior outer platform margin is concave. It is distinguished from *Palmatolepis proversa* by the weaker marginal fortification and for the less pronounced lobe.

This species is here reported for the first time from the Carnic Alps.

Range: From the Upper *hassi* Zone to the Upper *rhenana* Zone (ZIEGLER & SANDBERG 1990).

Studied material: 2 specimens from sample PZW D.

Palmatolepis stoppeli SANDBERG & ZIEGLER, 1973
(Fig. 6.19)

1960 *Palmatolepis* sp. - ZIEGLER pl. 7 figs 12-13.
1977 *Palmatolepis stoppeli* n. sp. - SANDBERG & ZIEGLER, p. 106-107, pl. 3 figs 1-11, pl. 5, fig. 13.
1993 *Palmatolepis stoppeli* SANDBERG & ZIEGLER - JI & ZIEGLER, p. 71, pl. 14, figs 7-12, text-fig. 17, fig. 12.
1998 *Palmatolepis stoppeli* SANDBERG & ZIEGLER - CORRADINI, pl. 1.4.2, fig. 19.

Remarks: This species is characterized by a broad sub-ovoidal platform with an evident ramp in the upper part of the inner platform. It is distinguished from *Palmatolepis quadrantinodosa inflexa* by the lack of ornamentation on the surface of the platform and from *Palmatolepis rhomboidea* because the latter have in the inner platform a small bulge instead of an evident ramp.

Range: Upper *rhomboidea* Zone to Lower *marginifera* Zone (JI & ZIEGLER 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW 7.

Palmatolepis subperlobata Branson & Mehl, 1934
(Fig. 5.17)

1934 *Palmatolepis subperlobata* n. sp. - Branson & Mehl, p. 235, pl. 18, figs 11, 21.
1971 *Palmatolepis subperlobata* Branson & Mehl - Szulczewski, p. 40-41, pl. 13, fig. 12.
1993 *Palmatolepis subperlobata* Branson & Mehl - Ji & Ziegler, pl. 20, figs 3-9; pl. 21, figs 11-12; text-fig. 16, figs 5, 6, 8.
2003 *Palmatolepis subperlobata* Branson & Mehl - Corradini, pl. 3, figs 1-4.

Remarks: *Palmatolepis subperlobata* is characterized by a shagreen platform with a well-developed lobe on the outer platform. The carina is strongly sigmoidal. This species is distinguished from *Palmatolepis tenuipunctata* which has a relatively narrow, elongated platform and a small outer lobe.

Range: From the base of the Lower *triangularis* Zone to the Upper *marginifera* Zone (Corradini 2003).

Studied material: 15 specimens from samples PZW 2, PZW 3, PZW 4 and PZW 5.

Palmatolepis tenuipunctata Sannemann, 1955
(Fig. 5.13)

1955b *Palmatolepis tenuipunctata* - Sannemann, p. 136, pl. 6, fig. 22.
1969 *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann - Pölser, p. 399, pl. 5, fig. 21.
1970 *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann - Olivieri, p. 117, pl. 18, figs 1-2.
1993 *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann - Ji & Ziegler, p. 72, pl. 19, fig. 1-6; text-fig.16, fig. 2.
2003 *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann - Corradini, pl. 3, figs 11-13.

Remarks: *Palmatolepis tenuipunctata* is characterized by an elongated platform, with a small lobe in the outer part. The blade-carina is slightly sigmoidal. Underneath the element there is a thin keel that goes all along the platform. It is distinguished from *Palmatolepis subperlobata* by the less developed lobe and from *Palmatolepis glabra prima* by the presence of the lobe.

Range: From the Upper *triangularis* Zone to the Uppermost *crepida* Zone (Ji & Ziegler, 1993).

Studied material: 5 specimens from samples PZW 1 and PZW 4.

Family Polygnatidae Bassler, 1926

Genus *Bispathodus* Müller, 1962

Bispathodus stabilis (Branson & Mehl), 1934
(Fig. 6.8)

1934 *Spathodus stabilis* - Branson & Mehl, p. 188, pl. 17, fig. 20.
1962 *Spathognathodus stabilis* (Branson & Mehl) - Ziegler, p. 110, pl. 13, figs 4-5, 9-10.
1969b *Spathognathodus stabilis* (Branson & Mehl) - Schönlaub, p. 321, pl. 3, figs 14-15.
1969 *Spathognathodus stabilis* (Branson & Mehl) - Pölser, p. 399, pl. 5, figs 15-16.
1974 *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl) M1 - Ziegler, Sandberg & Austin, p. 103, pl. 3, figs 1-3.
1974 *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl) M2 - Ziegler, Sandberg & Austin, p. 103, pl. 3, fig. 2.
1990 *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl) M1 - Perri & Spalletta, p. 60, pl. 1, fig. 2.
1998c *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl) M1 - Perri & Spalletta, p. 177, pl. 1.5.1, figs 5-6.
2003 *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl) M1 - Corradini, p. 95, pl. 1, figs 1-2.

Remarks: This element is characterized by a thin and nearly straight blade, bearing discrete denticles. Close to the posterior end, the denticles are less heigh. There are two morphotypes of *Bispathodus stabilis*, differing by the shape of the basal cavity: in M1 is small and do not reaches the posterior end, while in M2 is wide, slightly asymmetrical, and reaches the posterior end of the element. In our material both the morphotypes are present.

Range: From the Upper *marginifera* Zone through the Lower Carboniferous (Ziegler, Sandberg & Austin 1974).

Studied material: 22 specimens from sample PZW Z.

Genus *Polygnathus*, Hinde, 1879

Polygnathus glaber eoglaber Ji & Ziegler, 1993

1993 *Polygnathus eoglaber* - Ji & Ziegler, p. 78, pl. 36, figs 10-15; text-fig 21, fig. 10.
2003 *Polygnathus glaber eoglaber* Ji & Ziegler - Corradini, pl. 8, fig. 2.

Remarks: This species is characterized by a small smooth platform, and by the prolongation of the carina slightly after the posterior end of the platform, almost to form a small free blade.

Range: From the Upper *triangularis* Zone to the Upper *rhomboidea* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 2 specimen from sample PZW 4.

Polygnathus glaber glaber Ulrich & Bassler, 1926
(Fig. 6.13)

1926 *Polygnathus glaber* - Ulrich & Bassler, p. 46, pl. 7, fig. 13.
1969a *Polygnathus glabra glabra* Ulrich & Bassler - Schönlaub, p. 295, pl. 2, fig. 14.
1998c *Polygnathus glaber glaber* Ulrich & Bassler - Corradini, pl. 1.4.1, fig. 5.
2003 *Polygnathus glaber glaber* Ulrich & Bassler - Corradini, pl. 8, figs 3-5.

Remarks: *Polygnathus glaber glaber* is characterized by a small, ovate shagreen platform; a few specimen present slightly raised lateral margins. It is different from *Polygnathus glaber eoglaber* by the lack of the posterior free blade.

Range: From the base of the Lower *rhomboidea* Zone into the Lower *trachytera* Zone (Corradini, 2003).

Studied material 17 specimens from samples PZW A, PZW 4, PZW 5, PZW 7.

Polygnathus marginvolutus Gedik, 1969
(Fig. 6.9)

1969 *Polygnathus marginvolutus* - Gedik, pl. 237, pl. 5, figs 2-8.
1991 *Polygnathus marginvolutus* Gedik - Perri & Spalletta, p. 237, pl. 6, figs 1-2.
1998d *Polygnathus marginvolutus* Gedik - Perri & Spalletta, p. 179, pl. 1.5.2, fig. 7.

Remarks: This species is characterized by a subtriangular or heart-shape platform with upturned margins. The anterior margins are often scalloped. The posterior part of the platform bear weak ridges which don't reach the carina, while the anterior part is smooth.

Range: From within the Upper *trachytera* Zone to the Upper *expansa* Zone (Perri & Spalletta 1991).

Studied material: 8 specimen from sample PZW Z.

Polygnathus mirificus Ji & Ziegler, 1993

1993 *Polygnathus mirificus* n. sp. - Ji & Ziegler, pl. 37, figs 16-21.

Remarks: *Polygnathus mirificus* is characterized by an asymmetrical and lanceolate platform ornamented with transverse ridges. The anterior margin of the platform bears small denticles. The carina, generally extended to the posterior tip of the platform, is low and composed of fused denticles. *Polygnathus mirificus* is distinguished from *Polygnathus alatus*, *Polygnathus webbi* and *Polygnathus normalis* by having an asymmetrical platform with strong denticulate outer margin.

This species is here reported for the first time from the Carnic Alps.

Range: From within the Upper *rhenana* Zone to the *linguiformis* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW D.

Polygnathus nodocostatus nodocostatus
Branson & Mehl, 1934
(Figs 6.3, 6.14)

1934 *Polygnathus nodocostata* - Branson & Mehl, p. 246, pl. 20, figs 9-13; pl. 21, fig. 15.
1969a *Polygnathus nodocostata nodocostata* Branson & Mehl - Schönlaub, p. 295, pl. 2, fig. 12.
1970 *Polygnathus nodocostatus nodocostatus* Branson & Mehl - Olivieri, p. 125, pl. 22, figs 1-5.
1993 *Polygnathus nodocostata nodocostata* Branson & Mehl - Ji & Ziegler, pl. 34, figs 13-15; text-fig. 20, fig. 1.
2003 *Polygnathus nodocostatus nodocostatus,* Branson & Mehl - Corradini, pl. 9, figs 1-2.pl. 9, figs 1-2.

Remarks: *Polygnathus nodocostatus nodocostatus* is characterized by a large platform, with a very variable outline. The platform is totally covered by rows of nodes parallel to the carina. It is distinguished by *Polygnathus perplexus* by the lack of the collar formed by two asymmetrically developed rostral ridges, and by *Polygnathus granulosus* because the latter has a randomly disposition of the nodes in the upper surface.

Range: From the Lower *crepida* Zone to the Lower *expansa* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 8 specimens from samples PZW A, PZW 5A and PZW Z.

Polygnathus normalis
Miller & Youngquist, 1947

1947 *Polygnathus normalis* n. sp. - Miller & Youngquist, p. 515, pl. 74, figs 4-5.
1966 *Polygnathus normalis* Miller & Youngquist - Glenister & Klapper, p. 829-830, pl. 95, figs 6, 21-22.
1993 *Polygnathus normalis* Miller & Youngquist - Ji & Ziegler, pl. 39, figs 9-15; text-fig. 18, fig.14.

Remarks: *Polygnathus normalis* is characterized by having an asymmetric platform with a posterior margin incurved and a slightly constricted anterior margin. The platform is covered by transversal

ridges. Some authors consider *Polygnathus normalis* as young synonym of *Polygnathus webbi*. However we believe that the two forms are different species because *Polygnathus webbi* has a strongly constricted anterior platform and a more expanded posterior outer platform.

Range: From within the Upper *rhenana* Zone to the Lower *postera* Zone (Ji & Ziegler, 1993).

Studied material: 1 specimen from sample PZW D.

Polygnathus obliquicostatus Ziegler, 1962
(Fig. 6.12)

1962 *Polygnathus obliquicostatus* n. sp. - Ziegler, p. 92, pl. 11, figs 8-12.
1970 *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler - Olivieri, p. 128, pl. 23, figs 4-5.
1993 *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler - Ji & Ziegler, text-fig. 19, fig. 5.
1998c *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 166, pl. 1.4.2, figs 10a-b.
1998f *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 226, pl. 2.5.1, fig. 6.
2003 *Polygnathus obliquicostatus* Ziegler - Corradini, p. 112, pl. 10, figs 3-5.

Remarks: *Polygnathus obliquicostatus* is characterized by a thin and elongated platform, with the posterior part turned downward. The platform bears oblique transverse ridges that forms an angle of about 45° with the carina, more evident posterior of the carina, where occupy the whole platform. It is distinguished by *Polygnathus semicostatus* because the latter has on the inner platform ridges perpendicular to the carina, and a generally more developed tongue; differs from *Polygnathus extralobatus* in the more thin and symmetrical platform.

Range: From the Lower *styriacus* Zone to the Lower *praesulcata* Zone (Corradini et al. 2003).

Studied material: 7 specimens from sample PZW Z.

Polygnathus styriacus Ziegler, 1957
(Fig. 6.7)

1957 *Polygnathus styriacus* - Ziegler, p. 47, pl. 1, figs 12-13.
1979 *Polygnathus styriacus* Ziegler - Sandberg & Ziegler, p. 186, pl. 4, figs 14-18.
1993 *Polygnathus styriacus* Ziegler - Ji & Ziegler, p. 84, pl. 34, fig. 6-10; text-fig. 20, fig. 12.
1998d *Polygnathus styriacus* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 179, pl. 1.5.2, fig. 8.
1998f *Polygnathus styriacus* Ziegler - Perri & Spalletta, p. 226, pl. 2.5.1, fig. 8.
2003 *Polygnathus styriacus* Ziegler - Corradini, p. 110, pl. 9, fig. 10.
2011 *Polygnathus styriacus* Ziegler - Tragelehn & Hartenfels, p. 12, pl. 1, figs 10-19.
2011 *Polygnathus protostyriacus* Tragelehn & Hartenfels, p. 12, pl. 1, figs 3-9.

Remarks: *Polygnathus styriacus* is characterized by a small sub-triangular platform covered by weak nodes irregularly arranged in the posterior part; the anterior part of the platform is not ornamented and strongly deflected downward. Tragelehn & Hartenfels (2011) introduced a new species and two morphotypes, previously attributed to *Polygnathus styriacus*. In our opinion they represents variability within the population of *Polygnathus styriacus*.

Polygnathus styriacus is different from *Polygnathus vogesi* by the ornamentation pattern; differs from *Polygnathus granulosus* by the sub-triangular platform and the downward deflection of the anterior part of the platform.

Range: From the base of the Lower *styriacus* Zone (Lower *postera* Zone) to the Lower *expansa* Zone (Ji & Ziegler 1993).

Studied material: 50 specimens from sample PZW Z.

Genus *Pseudopolygnathus* Branson & Mehl, 1934

Pseudopolygnathus controversus
Sandberg & Ziegler, 1979
(Fig. 6.6)

1979 *Pseudopolygnathus controversus* n. sp. - Sandberg & Ziegler, p. 182, pl.3, figs 12-17.
1998f *Pseudopolygnathus controversus* Sandberg & Ziegler - Perri & Spalletta, p. 226, pl. 2.5.1, fig. 10.
2011 *Pseudopolygnathus controversus* Sandberg & Ziegler - Hartenfels p. 510, pl. 62, figs 10-11.

Remarks: *Pseudopolygnathus controversus* is characterized by an asymmetrical lanceolate platform with an ornamented surface. The lenght of the right side of the platform extends much farther anteriorly than the left side as a row of transverses ridges or nodes. It is distinguished from *Pseudopolygnathus brevipennatus* by the asymmetrical platform.

Range: From the Upper *styriacus* Zone to the Lower *expansa* Zone (Sandberg & Ziegler 1979).

Studied material: 5 specimens form sample PZW Z.

Pseudopolygnathus irregularis
Traghelen & Hartenfels, 2011
(Fig. 6.4)

2011 *Pseudopolygnathus irregularis* n. sp. - Traghelen & Hartenfels, p. 8, pl. 2, fig. 16-23.
2013 *Pseudopolygnathus irregularis* Traghelen & Hartenfels - Mossoni et al., p. 88, figs 3.10.

Remarks: This species has an asymmetric platform, which extends to the posterior tip of the element. The edges are slightly raised. The outline of the platform is irregular. The surface is covered with distinctive and irregular nodes. It is distinguished from the others species of *Pseudopolygnathus* by the irregular outline of the platform and by the ornamentation.

Range: From the Upper *styriacus* Zone to the Lower *expansa* Zone (Traghelen & Hartenfels 2011).

Studied material: 2 specimens form sample PZW Z.

Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis
Bishoff & Ziegler, 1956
(Fig. 6.10)

1956 *Pseudopolygnathus marburgensis* n. sp. - Bishoff & Ziegler, p. 162-163, pl. 11, figs 9, 11-13.
1979 *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* Bishoff & Ziegler - Sandberg & Ziegler, p. 182, pl. 3, figs 1-4.
1981 *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* Bishoff & Ziegler - Klapper (in Ziegler) 381-382, *Pseudopolygnathus* - pl 1, figs 1-7.
2011 *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* Bishoff & Ziegler - Hartenfels p. 512, pl. 64, fig. 5.

Remarks: This subspecies of *Pseudopolygnathus marburgensis* is characterized by a trilobate platform and a trilobate basal cavity. The upper surface of the platform is strongly ornamented, with some distinctive nodes in the anterior part of the platform. The outer lobe has a secondary carina that forms nearly a right angle with the main carina, the inner lobe bear large crowded nodes or a bifurcate pattern. This subspecies of *Pseudopolygnathus marburgensis* differs from *Ps. marburgensis trigonicus* because the latter has a cross-shape basal cavity instead, while *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* has a broad basal cavity.

Range: From the Upper *styriacus* Zone to the Middle *expansa* Zone (Ziegler & Sandberg 1984).

Studied material: 2 specimens from sample PZW Z.

Pseudopolygnathus micropunctatus
Bischoff & Ziegler, 1956
(Fig. 6.5)

1956 *Pseudopolygnathus micropunctata* - Bischoff & Ziegler, p. 163, pl. 11, figs 7-8, 10.
1979 *Pseudopolygnathus* cf. *micropunctatus* Bischoff & Ziegler - Sandberg & Ziegler, p. 183, pl. 3, figs 5-7.
1998f *Pseudopolygnathus micropunctatus* Bischoff & Ziegler - Perri & Spalletta, p. 226, pl. 2.5.1, fig. 12.
2003 *Pseudopolygnathus micropunctatus* Bischoff & Ziegler - Corradini, p. 112, pl. 10, fig. 14.
2011 *Pseudopolygnathus micropunctatus* Bischoff & Ziegler - Hartenfels, p. 510, pl. 63, figs 1-6, 8-10.
2013 *Pseudopolygnathus micropunctatus* Bischoff & Ziegler - Mossoni, Corradini & Spalletta, p. 88, fig. 3.12.

Remarks: This species is characterized by a lanceolate platform with a shagreen surface. Some specimens show a weak lobe in the inner part of the platform, but it's not a distinctive character. The weak ornamentation distinguish *Pseudopolygnathus micropunctatus* among all the other representative of genus *Pseudopolygnathus*.

Range: From the Upper *trachytera* Zone to the - Upper *expansa* Zone (Corradini 2003).

Studied material: 2 specimens from sample PZW Z.

Conclusions

The main results of this study on the Clymeniae limestones in the Pizzul West section can be summarized as follows:

1. Fourty-one conodont taxa, between species and subspecies, belonging to six genera (*Ancyrodella, Bispathodus, Icriodus, Palmatolepis, Polygnathus, Pseudopolygnathus*) have been recognized.
2. The following species have been reported for the first time from the Carnic Alps: *Icriodus olivierii* Corradini, 2003, *Palmatolepis lyaiolensis* Ji & Ziegler, 1993, *Palmatolepis simpla* Ziegler & Sandberg, 1990, *Pseudopolygnathus irregularis* Traghelen & Hartenfels, 2011, *Polygnathus mirificus* Ji & Ziegler, 1993.
3. Seven conodont biozones, one from the Frasnian (Upper *rhenana*) and six from the Famennian (Upper *crepida*, Uppermost *crepida*, Lower *rhomboidea*, Upper *rhomboidea*, Lower *marginifera*, Lower *expansa*) have been discriminated.

Manuscript received on 19.IX.2013, accepted on 11.XI.2013.

Acknowledgements

Angelo Mossoni gratefully acknowledges Sardinia Regional Government for the finanancial support of his PhD

scholarship (P.O.R. Sardegna F.S.E. "Operational Programme of the Autonomous Region of Sardinia, European Social Fund 2007-2013" - Axis IV Human Resources, Objective l.3, Line of Activity l.3.1). Nicola Carta, Luca Simonetto and Maria Corriga helped in the Field work.

We are deeply grateful to Claudia Spalletta for critical revision of the manuscript. This study was supported by R.A.S. (grants LR7/07 - 2010, Resp. C. Corradini). This paper is a contribution to IGCP Project n. 596 "Mid Palaeozoic climate and biodiversity".

References

Bassler, R. 1925. Classification and stratigraphic use of the conodonts. *Bulletin of the Geological Society of America* 36: 218-20.

Bischoff, G. 1956. Oberdevonische Conodonten (to I ä) aus dem Rheinischen Schiefergebirge. *Notizblatt des Hessisches Landesamt für Bodenforschung* 84: 115-37.

Bischoff, G., & W. Ziegler. 1956. Das Alter der "Urfer Schishten" im Marburger Hinterland nach Conodonten. *Notizblatt des Hessisches Landesamt für Bodenforschung* 84: 138-69.

Branson, E.B., & M.G. Mehl. 1934a. Conodonts from the Bushberg sandstone and equivalent formations of Missouri. *Missouri University Studies* 8, n. 4: 265-300.

Branson, E.B., & M.G. Mehl. 1934b. Conodonts from the Grassy Creek shale of Missouri. *Missouri University Studies* 8 (3): 171-259.

Branson, E.B., & M.G. Mehl. 1938. Conodonts from the lower Mississippian of Missouri. In *Stratigraphy and palaeontology of the lower Mississippian of Missouri*, cur. E.B. Branson et al., Missouri University Studies, 13: 128-48.

Cooper, C.L. 1931. New conodonts from the Woodford Formation of Oklahoma. *Journal of Paleontology* 5, n. 3: 230-43.

Corradini, C. 1998. Famennian conodonts from two sections near Villasalto. *Giornale di Geologia* 60, special issue: 122-35.

Corradini, C. 2003. Late Devonian (Famennian) conodonts from the Corona Mizziu Sections near Villasalto (Sardinia Italy). *Palaeontographia Italica* 89: 65-116.

Corradini, C. 2008. Revision of Famennian-Tournaisian (Late Devonian-Early Carboniferous) conodont biostratigraphy of Sardinia, Italy. *Revue de micro-paléontologie* 51: 123-32.

Corradini, C., M.G. Corriga, E. Kido, G. Muscio, M. Pondrelli, T.J. Suttner, L. Simonetto & C. Spalletta. 2013. *Cason di Lanza - leggere il passato nelle rocce*. Le guide del Geoparco della Carnia 1: 48 pp.

Corradini, C., M. Pondrelli, M.G. Corriga, L. Simonetto, E. Kido, T.J. Suttner, C. Spalletta & N. Carta. 2012. Geology and stratigraphy of the Cason di Lanza area (Mount Zermula, Carnic Alps, Italy). *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz* 17: 83-103.

Gedik, I. 1969. Karnik Alpler'den Alt Karbonifer'e ait conodont'lar. *The Mineral Research and Exploration Institut of Turkey, Bulletin* 70: 229-42.

Glenister, B.F., & G. Klapper. 1966. Upper Devonian conodonts from the Canning Basin, Western Australia. *Journal of Paleontology* 40, n. 4: 777-842.

Hartenfels, S. 2011. Die globalen Annulata-Events und die Dasberg-Krise (Famennium, Oberdevon) in Europa und Nord-Afrika: hochauflösende Conodonten-Stratigraphie, Karbonat-Mikrofazies, Paläoökologie und Paläodiversität. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 105: 17-527.

Helms, J. 1959. Conodonten aus dem Saalfelder Oberdevon (Thuringen). *Geologie* 8, n. 6: 634-77.

Helms, J. 1963. Zur "Phylogenese" und Taxionomie von *Palmatolepis* (Conodontida, Oberdevon). *Geologie* 12, n. 4: 449-85.

Hinde, G.J. 1879. On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Cambro-Silurian and from the Hamilton and Genesee shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. *Geological Society of London Quarterly Journal* 35, n. 3: 351-69.

Ji, Q. 1989. On the Frasnian conodont biostratigraphy in the Guilin Area of Guangxi, South Cina. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 117: 303-19.

Ji, Q., & W. Ziegler. 1993. The Lali Section: an excellent Reference Section for Upper Devonian in South China. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 157: 1-183.

Khrusheva, E.N., & A.V. Kuzmin. 1996. New late Frasnian conodonts of the Genus *Palmatolepis* from the Lyaiol'skaya Formation of southern Timan. *Palaeontologicheskyi Zhurnal* 3: 90-3.

Klapper, G., & H.R. Lane. 1985. Frasnian (Upper Devonian) Conodont sequence at Luscar Mountain and Mount Haultain, Alberta Rocky Mountains. *Canadian Society of Petroleum Geology* 3: 469-78.

Klapper, G., C. Sweet & W. Ziegler, cur. 1991. *Catalogue of Conodonts, volume 5*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 212 pp.

Manzoni, M. 1966. Conodonti neodevonici ed eocarboniferi al Monte Zermula (Alpi Carniche). *Giornale di Geologia* s. 2, 33: 461-88.

Miller, A.K., & W. Youngquist. 1947. Conodonts from the type section of the Sweetland Creek Shale in Iowa. *Journal of Paleontology* 21, n. 6: 501-17.

Mossoni, A., C. Corradini & C. Spalletta C. 2013. Conodonts from the Monte Taccu section (Famennian-Tournaisian, Sardinia, Italy). *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 13: 85-90.

Müller, K.J. 1956. Zur Kenntnis der Conodonten-Fauna des europaischen Devons, 1; Die Gattung *Palmatolepis*. *Abhandlunghen and Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 494: 1-70.

Müller, K.J. 1962. Zur systematischen Einteilung der Conodontoporida. *Palaontologische Zeitschrift* 36: 109-17.

Olivieri, R. 1970. Conodonti e zonatura del Devoniano superiore e riconoscimento del Carbonifero inferiore nei calcari di Corona Mizziu (Gerrei, Sardegna). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 8, n. 2: 63-152.

Ovnatanova, N.S., & L.I. Kononova. 2008. Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform. *Palaeontological Journal* 42, n. 10: 997-1166.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1990. Famennian conodonts from climenid pelagic limestone, Carnia Alps, Italy. *Palaeontographia Italica* 77: 55-83.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1991. Famennian conodonts from Cava Cantoniera and Malpasso sections, Carnic Alps, Italy. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 30, n. 1: 47-78.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998a. Updating of the conodont biostratigraphy in the Carnic Alps (Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 116-9. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998b. The Upper *marginifera* Zone (Late Devonian) in the Casera Collinetta di Sotto C section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 150-7. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998c. Late Famennian conodonts from the Casera Collinetta di Sotto B section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 158-67. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998d. Latest Devonian and Early Carboniferous conodonts from the Casera Collinetta di Sotto A section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 168-81. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998e. Middle Famennian conodonts of the Elios section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 205-13. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Perri, M.C., & C. Spalletta. 1998f. Late Famennian conodonts of the Malpasso section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 220-7. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Pölser, P. 1969. Conodonten aus dem Devon der Karnischen Alpen (Findenigkofel, Österreich). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 112: 399-440.

Pondrelli, M., C. Corradini, M.G. Corriga, E. Kido, L. Simonetto, C. Spalletta, T.J. Suttner & N. Carta. 2011. Pragian to Famennian depositional evolution of the M. Pizzul area (Carnic Alps, Italy): preliminary results. In *IGCP 596 - Opening Meeting, Graz, 19-24th September 2011*, cur. T.J. Suttner, E. Kido, W.E. Piller & P. Königshof, 78-9. Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, 16.

Sandberg, C.A. 1976. Conodont biofacies of Late Devonian *Polygnathus styriacus* Zone in western United States. In *Conodont Palaeoecology*, cur. C.R. Barnes, 171-86. Geological Association of Canada, Special Paper 15.

Sandberg, C.A., & R. Dreesen. 1984. Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation. In *Conodont biofacies and provincialism*, cur. D.L. Clark, 143-78. Geological Society of America. Special Paper 196.

Sandberg, C.A., W. Ziegler, K. Leuteriz & S.M. Brill. 1978. Phylogeny, speciation and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous). *Newsletter on Stratigraphy* 7: 102-20.

Sandberg, C.A., & W. Ziegler. 1979. Taxonomy and biofacies of important conodonts of Late Devonian styriacus-Zone, United States and Germany. *Geologica et Palaeontologica* 13: 173-212.

Sannemann, D. 1955a. Beitrag zur Untergliederung des Oberdevons nach Conodonten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 100, n. 3: 324-31.

Sannemann, D. 1955b. Oberdevonische Conodonten (to II á). *Senckenbergiana Lethaea* 26 n. 1-2: 123-56.

Schönlaub, H.P. 1969a. Das Paläozoikum zwischen Bishofalm und Hohem Trieb (Zentrale Karnischen Alpen). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 112: 265-320.

Schönlaub, H.P. 1969b. Conodonten aus dem Oberdevon und Unterkarbon des Kronhofgrabens (Karnischen Alpen, Österreich). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 112: 321-54.

Schönlaub, H.P. 1992. Stratigraphy, Biogeography and Paleoclimatology of the Alpine Paleozoic and its implications for Plate movements. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 135: 381-418.

Schülke, I. 1999. Conodont multielement reconstruction from the Early Famennian (Late Devonian) of the Montagne Noire (Southern France). *Geologica et Palaeontologica*, SB 3: 1-123.

Spalletta, C., G.B. Vai & C. Venturini. 1980. II flysch ercinico nella geologia dei Monti Paularo e Dimon (Alpi Carniche). *Memorie della Società Geologica Italiana* 20: 243-65.

Spalletta, C., & M.C. Perri. 1998. The Frasnian-Famennian boundary at the Pramosio A section (Carnic Alps, Italy). In *Southern Alps Fiel Trip Guidebook, Ecos VII*, cur. M.C. Perri & C. Spalletta, 198-205. Giornale di Geologia, s. 3, 60, Spec. Issue.

Szulczewski, M. 1971. Upper Devonian conodonts, stratigraphy and facial development in the Holy Cross Mts.*Acta Geologica Polonica* 21, n. 1: 1-130.

Traghelen, H., & S. Hartenfels. 2011. Neue Conodont taxa aus dem höheren Famennium (Oberdevon) des Frankenwaldes. *Münstersche Forschungen zur Geologie and Paläontologie* 105: 1-15.

Ulrich, E.O., & R.S. Bassler. 1926. A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proceedings of U.S. Natural History Museum* 68: 1-63.

Venturini, C. 1990a. *Geologia delle Alpi Carniche centro orientali*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 36: 220 pp.

Venturini, C., cur. 1990b. *Field Workshop on Carboniferous to Permian sequence of the Pramollo-Nassfeld Basin (Carnic Alps). Guidebook*. Udine: Arti Grafiche Friulane: 159 pp.

Venturini, C. (coord.), C. Spalletta, G.B. Vai, M. Pondrelli, C. Fontana, S. Delzotto, G. Longo Salvador & G.B. Carulli. 2009. *Note Illustrative al Foglio 031 Ampezzo, Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Firenze: ISPRA, Servizio Geologico d'Italia: 232 pp.

Ziegler, W. 1958. Conodonten-feinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorfstufe. *Notizblatt des Hessisches Landesamt für Bodenforschung* 87: 7-77.

Ziegler, W. 1960. Conodonten aus dem Rheinischen Untedevon (Gedinnium) des Remscheider sattels (Rheinisches Schiefergebirge). *Palaontologische Zeitschrift* 34, n. 2: 169-201.

Ziegler, W. 1962. Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. *Abhandlunghen des Hessisches Landesamt für Bodenforschung* 38: 166.

Ziegler, W. 1971. Conodont Stratigraphy of the European Devonian. *Geological Society of America Memoir* 127, 227-84.

Ziegler, W., cur. 1973. *Catalogue of Conodonts, volume 1*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 504 pp.

Ziegler, W., cur. 1975. *Catalogue of Conodonts, volume 2*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 404 pp.

Ziegler, W., cur. 1977. *Catalogue of Conodonts, volume 3*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 574 pp.

Ziegler, W., cur. 1981. *Catalogue of Conodonts, volume 4*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 445 pp.

Ziegler, W., & J.W. Huddle. 1969. Die *Palmatolepis glabra*-Gruppe (Conodonta) nach der Revision der Typen von Ulrich & Bassler durch J. W. Huddle. *Fortschritte in der Geologie der Rheinland und Westfalen* 16: 377-86.

Ziegler, W., & Sandberg, C.A. 1984. *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. In *Conodont biofacies and provincialism*, cur. D.L. Clark, Geological Society of America, Special Paper 196: 179-94.

Ziegler, W., & C.A. Sandberg. 1990. The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg* 121: 1-115.

Ziegler, W., & C.A. Sandberg. 1994. Conodont Phylogenetic-Zone Concept. *Newsletter of Stratigraphy* 30: 105-23.

Ziegler, W., C.A. Sandberg & R.L. Austin. 1974. Revision of *Bispathodus* group (Conodonta) in the Upper Devonian and Lower Carboniferous. *Geologica et Palaeontologica* 8: 97-112.

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia 34 (2012) 37-40 Udine, 10.XII.2013 ISSN: 2038-0410

Paolo Serventi

DIAGNOSI EMENDATA DEL NAUTILOIDE *SERPAGLIOCERAS FOROJULIENSE* DEL SILURIANO DELLE ALPI CARNICHE

EMENDED DIAGNOSIS OF THE SILURIAN NAUTILOID *SERPAGLIOCERAS FOROJULIENSE* FROM CARNIC ALPS

Riassunto breve - Viene descritto in dettaglio un nuovo esemplare di *Serpaglioceras forojuliense* presentato in Corradini et al., (2010); il campione proviene dal Siluriano del versante italiano delle Alpi Carniche ed è stato rinvenuto nella località-tipo del Monte Cocco. Grazie alla sua completezza, soprattutto per quel che riguarda l'ornamentazione, è possibile fornire una diagnosi emendata sia del genere che della specie tipo.
Parole chiave: Diagnosi emendata, Siluriano, Alpi Carniche, Nautiloidea.

Abstract - *A new specimen belonging to the silurian* Serpaglioceras forojuliense*, coming from the type-locality of Mt. Cocco (Italian Carnic Alps), and presented at first in Corradini et al., (2010), is here described. It allows, mainly in relation to the ornamentation, the emendation of the taxon.*
Key-words: *Emended diagnosis, Silurian, Carnic Alps, Nautiloid.*

Introduzione

Nel 2008 Gnoli & Serventi descrivono un nuovo cefalopode nautiloide rinvenuto in località Monte Cocco (Alpi Carniche, versante italiano). Il nuovo taxon, chiamato *Serpaglioceras forojuliense*, è caratterizzato dall'avere una ornamentazione esterna molto particolare e caratteristica: un graticcio, dato dall'intersezione di costae trasversali e costae longitudinali corrispondenti alle annulazioni (Fig. 1). Di fatto il nuovo cefalopode nautiloide ha guscio brevicono con un ampio angolo di espansione, una parte apicale leggermente curva ma che, man mano che la conchiglia si sviluppa, si raddrizza.

Fig. 1 - *Serpaglioceras forojuliense*, disegno schematico della ornamentazione esterna a forma di griglia nella parte apicale della conchiglia (da Gnoli & Serventi 2008).
- Serpaglioceras forojuliense, *schematic draft of the grid-like outer ornamentation in the apical part (after Gnoli & Serventi 2008).*

I caratteri interni mostrano affinità con l'ordine Actinocerida, dal momento che i collaretti settali sono di tipo "Armenoceratide" (Teichert 1964), tuttavia l'assenza del sistema di canali tipico di questo ordine non permette l'attribuzione del nuovo nautiloide all'ordine Actriocerida. Al momento, in attesa di ulteriori studi, la specie *Serpaglioceras forojuliense* rimane in nomenclatura aperta.

Parte tassonomica

Sottoclasse Nautiloidea Agassiz, 1847
Ordine indeterminato
Famiglia indeterminata

Genere *Serpaglioceras* Gnoli & Serventi, 2008
Diagnosi emendata

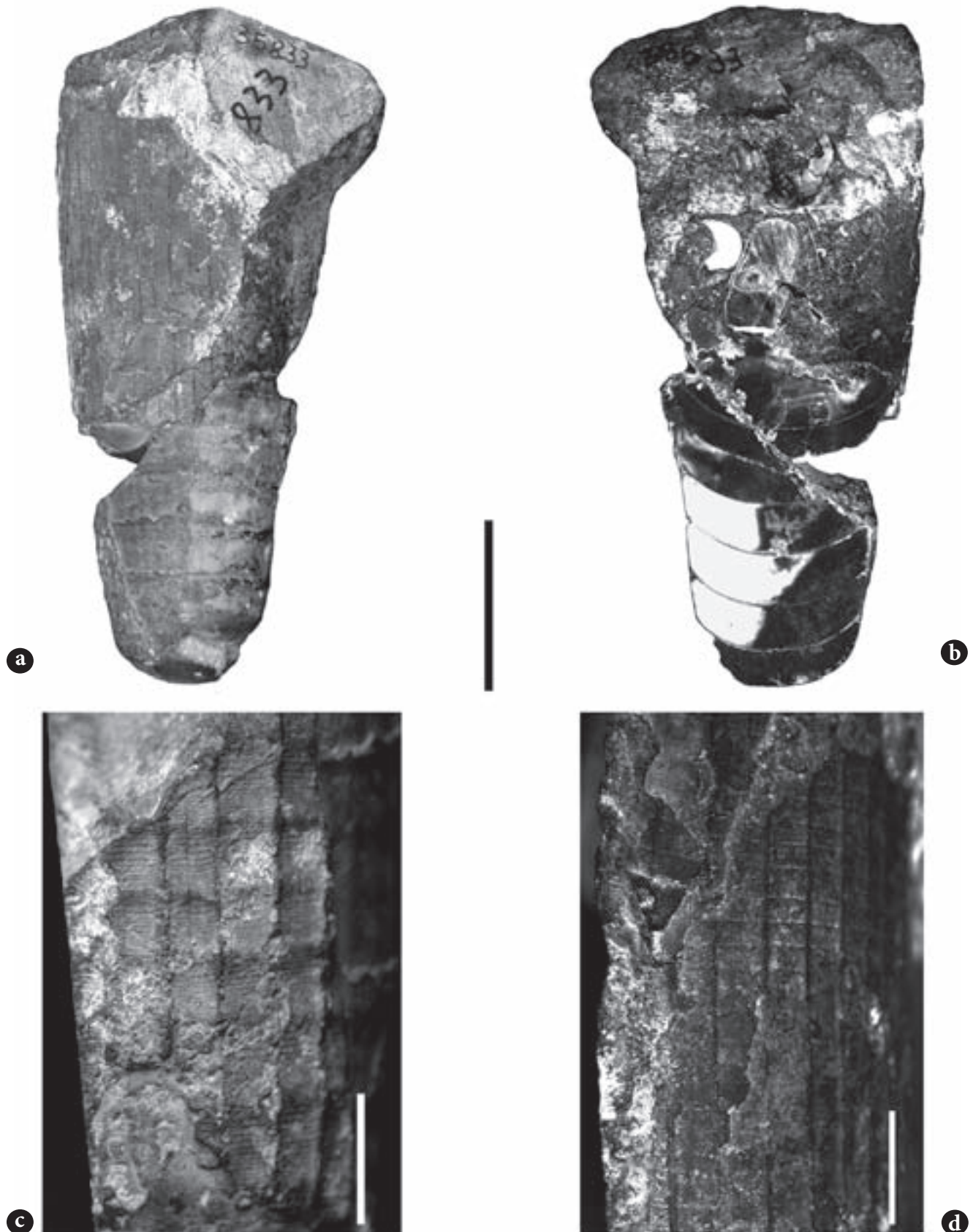



Fig. 2 - *Serpaglioceras forojuliense* Gnoli & Serventi. a) veduta esterna, barra 3 cm; b) sezione lucida mostrante i caratteri interni, barra 3 cm; c) ingrandimento dell'ornamentazione esterna nella parte apicale, barra 0,5 cm; d) ingrandimento dell'ornamentazione esterna nella parte orale, barra 0,5 cm.
- Serpaglioceras forojuliense *Gnoli & Serventi. a) outer view, scale bar 3 cm; b) polished section, showing the inner characters, scale bar 3 cm; c) enlarged view of the outer ornamentation in the apical part, scale bar 0,5 cm; d) enlarged view of the outer ornamentation in the orad part, scale bar 0,5 cm.*

Specie tipo:
Serpaglioceras forojuliense GNOLI & SERVENTI, 2008

Diagnosi emendata: il genere *Serpaglioceras* presenta una conchiglia annulata, ortoconica oralmente mentre è leggermente cirtocona verso l'apice con un ampio angolo di espansione (brevicona). Il sifuncolo è centrale/sub-centrale con collaretti settali fortemente ripiegati. Gli anelli di connessione sono espansi all'interno delle camere, ma sono all'incirca cilindrici e visibilmente si restringono al foramen settale. Le camere sono moderatamente corte circa 1/4 o 1/3 del corrispondente diametro, risultano essere "libere" da depositi così come non si notano depositi sifuncolari. L'ornamentazione esterna è formata da un reticolato costituito da coste longitudinali e lirae trasversali (Fig. 1). Verso la parte matura della conchiglia si nota la progressiva diminuzione, fino a scomparire, dell'altezza delle annulazioni; la conchiglia perde la sua ornamentazione a graticcio e al suo posto si evidenziano le sole coste longitudinali e rade lirae trasversali (Fig. 3).

Ordine Indeterminato
Famiglia Indeterminata

Serpaglioceras forojuliense GNOLI & SERVENTI, 2008
Fig. 2

1929 *Orthoceras* sp. (aff. *electum* BARRANDE, 1868) - HERITSCH, p. 59, fig. 639- 643.
1998 *Rutoceras*? *mulus* (BARRANDE, 1865) - GNOLI & HISTON, pp. 327-328, tav. 4, fig. 7, ?8a-c.
1999 *Kionoceras* aff. *electum* (BARRANDE, 1868) - HISTON, p. 244, tab. 1.
2000 *Armenoceras*? sp. A - SERVENTI & GNOLI, p. 10, tav. 1, fig. 2a-b.
2008 *Serpaglioceras forojuliense* GNOLI & SERVENTI, p. 171-178.
2010 *Serpaglioceras forojuliense* - CORRADINI et al. p. 29, fig. 5e-g.

Descrizione: frammento centimetrico di guscio annulato con sezione trasversale sub-circolare con sifuncolo in posizione centrale. L'ornamentazione esterna si presenta sotto forma di griglia, con le coste trasversali più marcate di quelle longitudinali, verso la parte apicale; invece verso la parte orale l'ornamentazione si semplifica con la scomparsa dell'annulazione e l'appiattimento della quadrettatura, rimangono evidenti solo le sottili coste longitudinali che delimitano lirae trasversali che risultano essere leggermente inclinate e "seghettate". I caratteri interni sono quasi del tutto obliterati dal riempimento del sedimento successivo alla rottura del fragmocono nel post mortem.

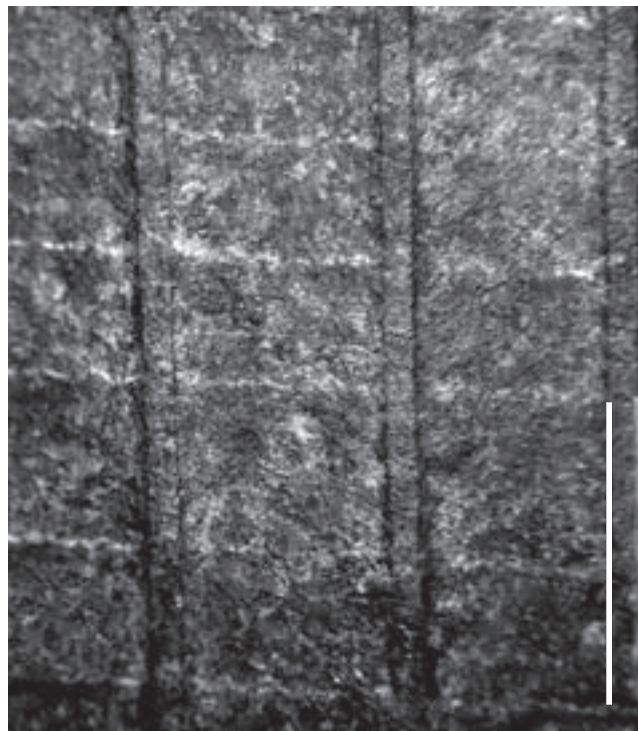



Fig. 3 - *Serpaglioceras forojuliense*, dettaglio ingrandito della ornamentazione nella parte orale del campione; barra 3 mm.
- Serpaglioceras forojuliense*, enlarged detail of the outer ornamentation in the orad part; scale bar 3 mm.*

Osservazioni: l'esemplare oggetto dello studio consiste in un frammento di fragmocono con L. max = 10.70 cm; i due diametri calcolati vanno da D = 4.10 cm a d = 2,55 cm; l'angolo di espansione è pari a circa 20°.

Si contano 5 camere: 3 complete, più 2 parziali. Le camere hanno le seguenti dimensioni (a partire dalla parte apicale): camera 1 = 5 mm; camera 2 = 7 mm; camera 3 = 8 mm; camera 4 = 8,5 mm; camera 5 = 11,5 mm, infine la camera di abitazione per la quale non è possibile fornire una corretta misurazione. Gli unici caratteri interni evidenti sono i collaretti settali, parzialmente conservati, che sono quelli tipici della specie, già descritti ampiamente nei lavori passati (GNOLI & SERVENTI 2008; SERVENTI 2010).

Per l'ornamentazione esterna relativa alla parte apicale lo scrivente rimanda al lavoro di riferimento GNOLI & SERVENTI 2008 e SERVENTI 2010. Nella parte orale, invece, le coste longitudinali sono distanti tra loro circa 3 mm e si contano, all'interno, le lirae trasversali in ragione di una ogni 1,5 mm.

Distribuzione: Siluriano inferiore.

Diffusione geografica: Alpi Carniche.

Materiale studiato: un esemplare proveniente dal Monte Cocco, coll. no. MFSN 35833 (esemplare figurato).

Manoscritto pervenuto il 21.XI.2013, approvato il 9.XII.2013

Ringraziamenti

Lo scrivente ringrazia il Dott. Giuseppe Muscio, Direttore del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine, per la cortesia da sempre dimostrata nel prestito dei reperti del museo e Luca Simonetto, collega ma soprattutto infaticabile aiuto e compagno di tante campagne di raccolta sui terreni paleozoici delle Alpi Carniche.

Un sentito ringraziamento va al Sig. Romano Azzola appassionato instancabile: a lui il merito di aver segnalato il campione esaminato.

Bibliografia

Corradini, C., M.G. Corriga, M. Pondrelli, P. Serventi & L. Simonetto. 2010. Il Siluriano di Monte Cocco (Alpi Carniche). *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 31: 23-30.

Gnoli, M., & K. Histon. 1998. Silurian nautiloid Cephalopods from the Carnic Alps: a preliminary investigation. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 36, n. 3: 311-30.

Gnoli, M., & P. Serventi. 2008. A new Cephalopod from the Early Silurian of the Carnic Alps (Italian side). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 114, n. 2: 171-8.

Heritsch, F. 1929. Faunen aus dem Silur der Ostalpen. *Abhandlungen der Geologisches Bundesanstalt* 23, n. 2: 1-183.

Histon, K. 1999. Revision of Silurian Nautiloid Cephalopods from the Carnic Alps (Austria). The Heritsch (1929) Collection in the Geological Survey of Austria. *Abhandlungen der Geologisches Bundesanstalt* 56, n. 1: 229-58.

Serventi, P., & M. Gnoli. 2000. Nuovi ritrovamenti di Cefalopodi nautiloidei nelle Alpi Carniche. Bologna: *Giornale di Geologia* s. 3a, 62, Suppl: 9-14.

Teichert, C. 1964. Actinoceratoidea. In *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part K, Mollusca 3*, cur. R. Moore, K190-K216. The Geological Society of America and The University of Kansas Press.

Indirizzo dell'Autore - Author's address:
- Paolo Serventi
  Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
  Università degli Studi di Modena - Reggio Emilia
  via Giuseppe Campi 183, I- 41125 MODENA
  e-mail: paolo.serventi@unimore.it

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia 34 (2012) 41-50 Udine, 10.XII.2013 ISSN: 2038-0410

Fabio Marco Dalla Vecchia
Maurizio Ponton
Giuseppe Muscio

TWO NEW ICHNOSITES FROM THE PERMO-TRIASSIC OF CARNIC ALPS (FRIULI VENEZIA GIULIA, NE ITALY)

DUE NUOVI ICNOSITI DAL PERMO-TRIASSICO DELLE ALPI CARNICHE (FRIULI VENEZIA GIULIA, ITALIA NORDORIENTALE)

Riassunto breve - Vengono segnalati due nuovi icnositi dalle Alpi Carniche del Friuli Venezia Giulia (Italia Nordorientale). Il sito di Valdajer (Ligosullo), all'interno dei depositi Permiani della Arenaria di Val Gardena, conserva impronte riferibili all'icnogenere *Pachypes* le cui grandi impronte vengono così per la prima volta segnalate in Friuli. Il secondo sito è quello di Pierabech (Forni Avoltri), dove un masso proveniente dai livelli della Formazione di Werfen conserva alcune depressioni che potrebbero esser riferite a tracce di seminuoto di una grande tetrapode; non si può comunque escludere che si tratti di strutture sedimentarie di origine inorganica. Se si tratta di impronte esse rappresentano l'inattesa testimonianza di grandi tetrapodi nel Triassico inferiore, immediatamente successivi alla grande estinzione di massa del passaggio Permiano/Triassico.
Parole chiave: Impronte di vertebrati, *Pachypes*, Permo-Triassico, Arenaria di Val Gardena, Formazione di Werfen, Alpi Carniche.

Abstract - *Two new vertebrate ichnosites are reported from the Carnic Alps of Friuli, NE Italy. The Valdajer (Ligosullo) site occurs in the Upper Permian Arenarie di Val Gardena and it preserves tracks referred to the large-sized ichnogenus* Pachypes *that is reported for the first time in Friuli. A boulder from the Werfen Formation near Pierabech (Forni Avoltri) preserves depressions that could be half-swim tracks of a large tetrapod; however, it cannot be excluded that they are inorganic sedimentological structures. If they are actual footprints, they would represent the unexpected record of a large-bodied tetrapod in the Lower Triassic just after the catastrophic mass extinction at the Permian/Triassic boundary.*
Key-words: *Vertebrate footprints,* Pachypes*, Permo-Triassic, Arenaria di Val Gardena, Formazione di Werfen, Carnic Alps.*

Introduction

The first report of vertebrate fossil tracks from Friuli Venezia Giulia Autonomous Region (Northeastern Italy) dates back to 1986, when P. Mietto and G. Muscio described two tetrapod footprints from the Upper Carboniferous (Pennsylvanian) of the Carnic Alps (Udine Province). Since then, several other tetrapod ichnofossils have been discovered and published, including material of great scientific interest like the tracks and nests in the Carnian (Upper Triassic) of Dogna Valley (Dalla Vecchia 1996; Avanzini et al. 2007), the dinosaur footprints from the Norian-Rhaetian of the western Carnic Alps (Dalla Vecchia & Mietto 1997; Dalla Vecchia 2006; Marzola & Dalla Vecchia in press), the dinosaur footprints from the Lower Cretaceous of the Cansiglio Plateau (Dalla Vecchia & Venturini 1995; Dalla Vecchia 1999), and mammalian trackways from the Neogene of the Osoppo hill (Dalla Vecchia & Rustioni 1996).

The record of Palaeozoic and Mesozoic vertebrates tracks is rich also in the close areas of Veneto and Trentino-Alto Adige Regions (for a recent review see Nicosia et al. 2005 and Dalla Vecchia 2013), which share with Friuli Venezia Giulia a similar geological history.

Two further ichnosites added in the last years, both from the Carnic Alps in the Udine Province and from the Permo-Triassic sequence, are the object of this note.

Valdajer locality (Ligosullo Municipality)

In 2011, Mario Cuder, retired teacher living in Tolmezzo, informed the Museo Friulano di Storia Naturale in Udine about the presence of probable vertebrates footprints in an outcrop located near the castle of Valdajer in the territory of the Ligosullo Municipality (Fig. 1). The footprints were mapped in autumn 2012 by two of the authors (FMDV and GM).

Fig. 1 - Location of the finding sites.
- *Posizione della località di rinvenimento.*

Fig. 2 - The stratigraphic column of the Valdajer locality. Levels rich in caliches are protruding; in white the carbonate horizon.
- *Colonna stratigrafica del sito di Valdajer. Sono evidenziati i livelli ricchi di noduli, e, in bianco, quello carbonatico.*

Geology and age

The footprints-bearing outcrop is located along the road that goes up from the castle of Valdajer to the Casera Valdajer locality, at an altitude of about 1340 m above sea level, just passed the crossroads towards Casera Cuesta Robbia Alta locality, on the left side of the road. The section (Fig. 2) is a little more than 1,5 m thick and it is made mainly of reddish pelite. It belongs to the Arenaria di Val Gardena (Val Gardena Sandstone Formation) that is 40 to 240 metres thick in Friuli, it is referred to the Upper Permian, and originated in a continental environment (Venturini 2006).

During the Late Permian, the present day area of the Carnic Alps as well as most of the Southern Alps was an extended continental plain under a hot-dry climate and crossed by ephemeral rivers carrying sediments from northern reliefs. Lagunar and shallow marine environments existed to south east in Friuli; a slow transgression gradually brought them to the north leading to the deposition of the Formazione a Bellerophon (Bellerophon Formation) in Carnia at the end of the Permian (Venturini 1986, 2006).

Bedding is 30° dipping to South; it is lens-like and discontinuous. Whitish dolomite caliches with a diameter ranging one to six centimetres are present into the pelite; they are scattered or concentrated in horizons (Fig. 3b). Carbonate horizons just a few centimetres thick are rarer. Two pelite levels with scattered caliches about 20-25 cm below the track-bearing surface show mud-cracking in their upper surface (Fig. 3a). The polygons measure 5-10 centimetres in diameter and the cracks are filled up with reddish pelite. The tracks

Fig. 3 - Sedimentary structures in the stratigraphic section of the Valdajer locality. a) mud cracks; b) caliches. The scale bar is centimetric.
- *Strutture sedimentarie nella sezione di valdajer. a) mud cracks; b) caliches. la scala è centimetrica.*

are preserved on an irregular upper bedding surface of a bed made of reddish pelite containing some carbonate nodules.

The section belongs to the lower part of the Formation (Venturini 2006) where carbonate nodules are particularly aboundant.

The trackway

Five tracks could be identified in the outcrop and they were mapped (Figs 4-5). The northern and eastern parts of the track-bearing surface were still covered by debris and moss when we mapped the site. Later, cleaning of the surface for the realization of its mould revealed a further track in the upper (northern) part of the surface, which is not reported in Fig. 5b.

Probably the tracks continue into the rock wall and they could be exposed removing the covering beds.

Another possible track, partial and similar to the five here described, occurs a few metres apart in another small outcrop, probably exposing the same surface (G.M., pers. obs.).

The five tracks are in a bad condition of preservation because of the weathering of the surface and the intimate breakage of the pelite in small and loose fragments caused by tectonics. They are essentially shallow and irregular depressions surrounded by a low expulsion rim. Apparently they are aligned in two rows (three in one row and two in the other) with a N-S direction (Fig. 5b). They are interpreted as a trackway of a quadrupedal trackmaker made of three consecutive pedal prints, two consecutive of one pes (the right in Fig. 5b) and one of the other, with the manus print associated to the first prints of each pes.

The depressions have a roughly subrectangular outline, with an irregular edge. Their main axis, which corresponds to the width of the tracks, is quite similar in the five tracks, ranging between 21 and 22.5 centimetres. They are much wider than long (the width/length ratio of the manus print is 1.35-1.50, while the ratio of the pedal print is 1.67-1.73). The depressions identified as the manus prints are just a little smaller than the pedal prints: the ratio between the width of the manus print and that of the pes is 0.93. The foot morphology is not well defined and digital prints are not recognizable for sure, but trackmaker's digits were undoubtedly short. The expulsion rim is shallow but broad.

The manual prints occur in front of the pedal ones at a distance of 32.5 cm on the presumed right side and 37.5 cm on the left (measured from the centre of the depression). The outer and inner widths of the trackway are significant, respectively 78 cm and 30-35 cm. The pace angulation of the pes is quite low (76°), the pace is 60 and 69 cm, and the stride is only 79.5 cm.

Discussion

The available information suggests that the trackmaker was a large quadrupedal tetrapod with a wide body and a manus almost as broad as the pes and with short digits, which was moving slowly but without dragging the belly and the tail.

The size and morphology of the tracks (wider than long, manus nearly as large as pes and with short

Fig. 4 - The outcrop with the track-bearing surface of the Valdajer locality. For the scale bar see fig. 5.
- *L'affioramento di Valdajer con la superficie interessata dalle piste. Per la scala vedi fig. 5.*

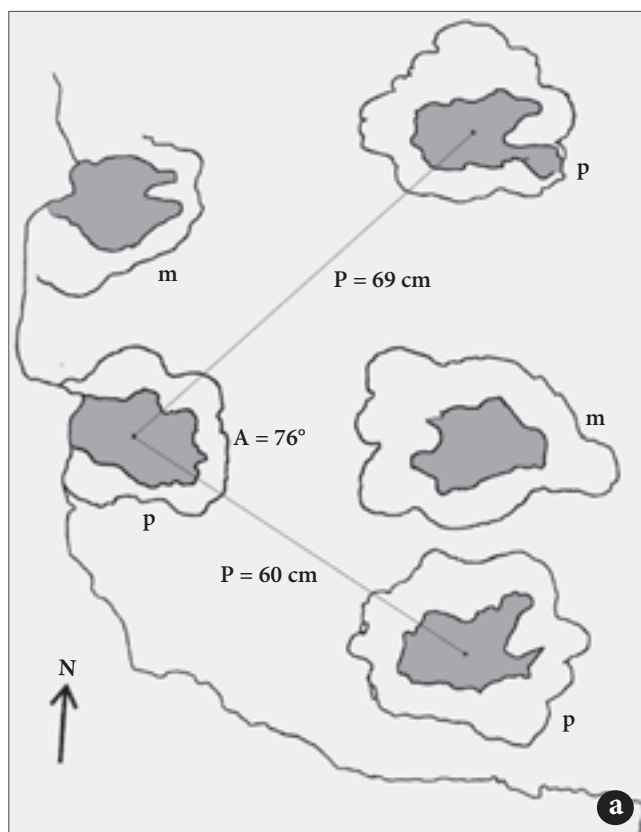



Fig. 5 - The track-bearing surface of the Valdajer locality; a) map, abbreviations: A = pace angulation, m = manus print, p = pes print, P = pace; b) photograph, scale bar = 100 mm.
- *La superficie con le piste di Valdajer; a) mappa, legenda: A = angolo del passo, m = impronta della zampa anteriore (manus), p = impronta della zampa posteriore (pes), P = passo; b) fotografia, scala = 100 mm.*

digital prints), the trackway parameters, and the stratigraphic provenance are compatible with just one Permian ichnogenus: *Pachypes* (see Haubold 1971; Avanzini et al. 2001; Valentini et al. 2008, 2009). The ichnospecies *P. dolomiticus* Leonardi, Conti, Leonardi, Mariotti & Nicosia, 1975 is reported from the Arenaria di Val Gardena of the Bletterbach gorge (Redagno/Redein, Alto Adige/Südtirol; Leonardi et al., 1975), Seceda Mt. (Ortisei, Alto Adige/Südtirol), and Recoaro (Vicenza Province; Mietto 1981). According to Nicosia et al. (2005, p. 47), it was found in all Upper Permian ichnosites of the Southern Alps and it is the most characteristic ichnotaxon of the Upper Permian ichnoassociation. No other ichnogenera with similar size and trackway parameters is known in the Permian of Southern Alps.

Pachypes is ascribed to the pareiasaurs (Valentini et al. 2008, 2009), a group of large-bodied anapsid amniotes typical of the Middle-Upper Permian that some paleontologists once considered as strictly related to chelonians (e.g., Lee 1997). They were heavy quadrupeds characterized by a stocky body up to three metres long, with massive limbs and short digits. Their skeletal remains were found mainly in South Africa and Russia, but also in other African countries (Zambia, Tanzania, Niger and Morocco), Brazil, China, and Europe (Scotland and Germany).

Pierabech locality (Forni Avoltri Municipality)

In summer 2012, Carlo Gervasi, priest of San Marco church in Udine, reported to the Museo Friulano di Storia Naturale the presence of a large boulder with presumed vertebrate tracks located at 1058 m above sea level on the right bank of Avanza Brook, just upstream of its confluence with Degano Torrent near Pierabech (Fig. 1).

Geology and age

The boulder has the form of an irregular parallelepiped and measures about 200 cm to 155 cm and it is 50 cm

Fig. 6 - The track-bearing boulder in the bed of the Avanza Brook.
- *Il masso con le impronte nell'alveo del Rio Avanza.*

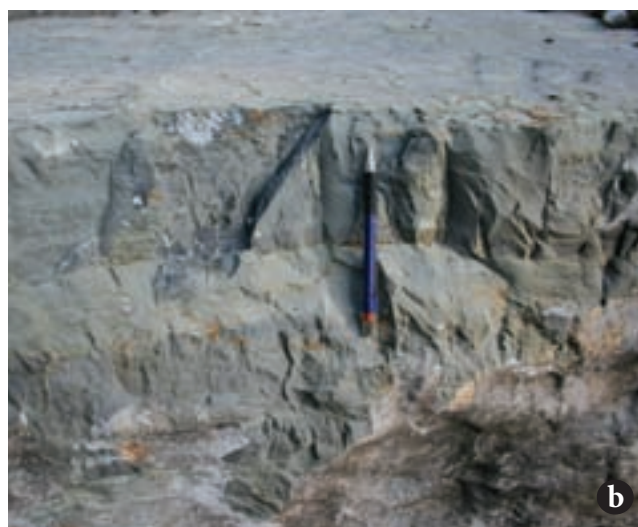



Fig. 7 - Detail of the bedding (a) and lamination (b) in the boulder of the Pierabech locality.
- *Particolare della stratificazione (a) e della laminazione (b) nel masso di Pierabech.*

thick (Fig. 6). It is part of a thick limestone bed; because of its shape and rounded edges, it probably has been subject to a transport along the brook, although limited, in addition to a possible displacement by the people working to restore the brook bed. The hydrographic basin of the Avanza Brook is not very extended, thus the block probably comes from an outcrop that is relatively close to the place it is now.

The boulder is made up of gray calcilutite with a very low percentage of phyllosilicatic minerals scattered in the carbonate matrix, which originated a greenish film on the weathered surfaces. Flattened mica particles of the size of silt are also visible, especially on the upper bedding surface. The upper portion of the boulder as exposed (about 15 cm on a total of 50 cm) seems to be barely laminated (with plane-parallel lamination; Fig. 7). The surface bearing the presumed tracks is flat, slightly wavy and it has a parallel fracture on the short side of the block, about two cm wide, originated after the depression. The surface shows a dense network of conjugated fractures (angles between planes range 70°-110°), related to tectonic stress on a consolidated mass. A thin (millimeter-thick) calcite film locally removed by weathering covers all the previous structures.

Only Palaeozoic and Triassic formations crop out in the basin of the Avanza Brook and close surroundings. The Palaeozoic units include Devonian-Silurian meta-limestones and marbles, the Conglomerato di Sesto (Sesto Conglomerate; ?Middle-Upper Permian), the Arenaria di Val Gardena (Upper Permian), and the Formazione a Bellerophon (uppermost Permian). The Triassic units include the Formazione di Werfen (Werfen Formation; Lower Triassic, Induan and Olenekian), the Dolomia del Serla inferiore (Lower Serla Formation; Anisian) and the Formazione del Serla superiore (Upper Serla Formation; Anisian, cfr. Popera Dolostone) (Venturini et al. 2001; Venturini 2009).

Considering the characteristics of the litostratigraphic units listed above, the lithotypes that are most similar to that of the boulder occur in some members of the Werfen Formation, namely the Membro di Siusi (Siusi Member), the Oolite a Gasteropodi (Gastropod Oolite), and the Membro di Val Badia (Val Badia Member). The last one crops out in more distant areas not in the

Fig. 8 - Limestone bed in the Werfen Formation, cropping out 200 m south of the boulder, close to Pierabech summer camp. The lithology is similar to that one of the boulder.
- *Calcari della Formazione di Werfen, simili a quelli del masso di Pierabech, affioranti circa 200 m a sud, presso la colonia estiva.*

hydrographic basin of the Avanza Brook, while the other two crop out in stratigraphic order along the right slope of the Avanza Brook just south of Pierabech. Thick limestone beds made of gray calcilutite alternated to both pelite horizons and coarse bioclastic levels (Fig. 8) crops out in that setting. The depositionary environment of those limestone intercalations was subtidal but shallow in a carbonate platform setting, periodically swinging to intertidal conditions.

The tracks

The upper exposed surface of the boulder preserves a sequence of 11 aligned depressions with a kidney or sausage outline (Figs 9-10). The row of depression is about 1.6 m long.

The sequence has a group of three parallel and close to each other depressions about 10 cm long at its extremities; depressions are diagonally arranged compared to the alignment. Other five single depression with a similar morphology and diagonal arrangement occur in between those two sets of depressions. The described sequence ends with a group of three depressions similar to the first one (Fig. 9). Each depression is deeper along the convex side, the maximum depth being about a centimetre and has a slightly raised edge. Their length ranges 5-10 cm.

Discussion

The sequence of tracks is certainly not comparable to a "normal" trackway of a walking tetrapod, both bipedal and quadrupedal. Its irregularity and incompleteness as well as the morphology of the depressions suggest that, if made of vertebrate traces, it represents a half-swim trackway (see Lockley & Meyer 2000, p. 177) i.e., a series of footprints left by an animal swimming in shallow water and touching occasionally the bottom, in this specific case sometimes with three fingers, sometimes just with one finger or with the medial or lateral margin of the foot. In half-swim trackways, the digital prints are typically parallel in each footprint and are less than the actual digital count, often three for pentadactyl feet. Numerous examples of this kind of trackways have been reported in literature (cfr. Coombs 1980; Lockley & Meyer 2000; Avanzini et al 2005; Ezquerra et al. 2007). In the case of the tracks of Pierabech, given the footprints size, it could be a quite large tetrapod.

The characteristics of the sedimentary environment of the Membro di Siusi and the Oolite a Gasteropodi are compatible with this hypothesis. Although the presence of tetrapod tracks in the Werfen Formation of Friuli is dubious (Dalla Vecchia 2013), they are documented in the close Veneto and Trentino Alto Adige/Südtirol (Leonardi 1968; Mietto 1986; Conti et al. 2000; Nicosia et al. 2005) although they are rare. They are mostly referable to the ichnogenus *Rhynchosauroides* Maidwell 1911 and include also half-swim tracks, although of small-sized reptiles (Nicosia et al. 2005).

Another possibility is that the depressions were produced by a dragged object on the tidal flat by tidal or other currents. The process can be easily observed on the tidal flats of the northern Adriatic sea. A pebble of coherent mud laying on the surface of the muddy sand of intertidal part of the flat is an obstacle to the tidal current; the turbulence created by the obstacle produces a depression all around the lee side until the inertia is overwhelmed by tidal current or the mixed action of tidal current, currents forced by strong winds and the wave action, and the object is removed

Fig. 9 - The presumed tracks. Left: photograph (not taken perpendicular to the surface); right: drawing based on the photograph. Scale bar = 100 mm.
- *Le possibili impronte di Pierabech. A sinistra: una fotografia (la ripresa nion è perpendicolare alla superficie); a destra: il disegno basato sulle fotografie. Scala di riferimento = 10 cm.*

Fig. 11 - Sedimentary structures created by the tide current in the tidal flat of Grado (Adriatic Sea, Gorizia Province).
- *Strutture sedimentarie create dalle correnti di marea nella piana tidale di Grado (Gorizia, Mare Adriatico).*

Fig. 10 - Detail of one of the presumed tracks. Scale bar = 10 cm.
- *Dettaglio di una delle possibili impronte. Scala di riferimento = 10 cm.*

depositing again after a limited transport. The process repeats and the object is moved away again. With this phenomenon repeated several times, the final result is a series of crescent-like depressions in a row in direction of the stream and with the object at an end of the series (Fig. 11).

Another possibility is that the depressions are marks produced by an object rolling at the sea bottom, for example an ammonoid shell (see Barthel et al 1994; Landman & Cobban 2007). Ammonoids are relatively common in the Werfen Formation (Venturini 2006).

Conclusions

The new two localities increase the ichnological record of Friuli. *Pachypes* is reported for the first time in the Region and it is the first unambiguous ichnofossil of a vertebrate from the Permian of Friuli; it shows that large tetrapods lived locally in the continental plains where the Arenaria di Val Gardena was depositing. The traces from Pierabech locality, if half-swim tracks of an animal and not inorganic sedimentological features, would represent the unexpected record of a large-bodied tetrapod in the Lower Triassic just after the catastrophic mass extinction at the Permian/Triassic boundary.

Manuscript received on 10.X.2013, accepted on 5.XII.2013.

Acknowledgements

Thanks to Mario Cuder and Carlo Gervasi who discovered the two track-bearing localities. Thanks to Sergio Salvador for the mould of the Valdajer tracks.

References

Avanzini, M., J.C. García-Ramos, J. Lires, M. Menegon, L. Piñuela & L.A. Fernández. 2005. Turtle tracks from the Late Jurassic of Asturias, Spain. *Acta Palaeontologica Polonica* 50: 743-55.

Avanzini, M., F.M. Dalla Vecchia, P. Mietto, N. Preto, M. Rigo & G. Roghi. 2007. A vertebrate nesting site in northeastern Italy reveals unexpectedly complex behaviour for Late Carnian reptiles. *Palaios* 22: 465-75.

Avanzini, M., P. Ceoloni, M.A. Conti, G. Leonardi, R. Manni, N. Mariotti, P. Mietto, C. Muraro, U. Nicosia, E. Sacchi, G. Santi & M. Spezzamonte. 2001. Permian and Triassic tetrapod ichnofaunal units of Northern Italy: their potential contribution to continental biochronology. In *Permian continental deposits of Europe and other areas. Regional reports and correlations*, cur. G. Cassinis, 89-107. Brescia: Natura Bresciana, Annali del Museo Civico di Scienze Naturali, Monografia 25.

Barthel, K.W., N.H.M. Swimburne & S. Conway Morris. 1994. *Solnhofen - A study in Mesozoic palaeontology*. Cambridge University Press, 236 pp.

Conti, M.A., G. Leonardi, P. Mietto & U. Nicosia. 2000. Orme di tetrapodi non dinosauriani del Paleozoico e Mesozoico in Italia. In *Dinosauri in Italia, le orrne giurassiche dei Lavini di Marco (Trentino) egli altri resti fossili italiani*, cur. G. Leonardi & P. Mietto, 297-320. Pisa-Roma: Accademia Editoriale.

Coombs, W.P. 1980. Swimming ability of carnivorous dinosaurs. *Science* 207: 1198-200.

Dalla Vecchia, F.M. 1996. Archosaurian trackways in the upper Carnian of Dogna valley (Udine, Friuli, NE Italy). *Natura Nascosta* 12: 5-17.

Dalla Vecchia, F.M. 1999. A sauropod footprint in a limestone block from the Lower Cretaceous of northeastern Italy. *Ichnos* 6, n. 4: 269-275.

Dalla Vecchia, F.M. 2006. The tetrapod fossil record from the Norian-Rhaetian of Friuli (northeastern Italy). In *The Triassic-Jurassic Terrestrial Transition*, cur. J. Harris et al., 432-44. Albuquerque: New Mexico Museum of Natural History and Sciences Bulletin 37.

Dalla Vecchia, F.M. 2008. *Vertebrati fossili del Friuli - 450 milioni di anni di evoluzione*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 50, 304 pp.

Dalla Vecchia, F.M. 2013. *Sulle tracce del passato - Piste e impronte fossili di vertebrati in Carnia e nelle aree contermini*. Tolmezzo: Comunità Montana della Carnia, 176 pp.

Dalla Vecchia, F.M., & P. Mietto. 1998. Impronte di rettili terrestri nella Dolomia Principale (Triassico superiore) delle Prealpi Carniche (Pordenone, Friuli). *Atti Ticinesi di Scienze della Terra, ser. spec.* 7: 87-107.

Dalla Vecchia, F.M., & M. Rustioni. 1996. Mammalian trackways in the Conglomerato di Osoppo (Udine, NE Italy) and their contribution to its age determination. *Memorie di Scienze Geologiche*, 48: 221-32.

Dalla Vecchia, F.M., & S. Venturini. 1995. A Theropod (Reptilia, Dinosauria) footprint on a block of Cretaceous limestone at the pier of Porto Corsini (Ravenna, Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 101, n. 1: 93-98, Milano.

Ezquerra, R., S. Doublet, L. Costeur, P.M. Galton & F. Pérez-Lorente. 2007. Were non-avian theropod dinosaurs able to swim? Supportive evidence from an Early Cretaceous trackway, Cameros Basin (La Rioja, Spain). *Geology* 35, n. 6: 507-10.

Haubold, H. 1971. *Handbuch der Paläoherpetologie. T. 18. Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. Stuttgart: G. Fischer Verlag, 124 pp.

Landman, N.H., & W.A. Cobban. 2007. Ammonite touch marks in Upper Cretaceous (Cenomanian-Santonian) deposits of the Western Interior Seaway. In *Cephalopods Present and Past: New Insights and Fresh Perspectives*, cur. N.H. Landman, R.A. Davis & R.H. Mapes, 396-422. New York: Springer.

Lee, M.S.Y. 1997. Pareiasaur phylogeny and the affinities of turtles. *Zoological Journal of the Linnean Society* 120: 197-280.

Leonardi, P. 1968. *Le Dolomiti-Geologia dei monti tra Isarco e Piave*. Rovereto: Manfrini, 1019 pp.

Leonardi, P., M.A. Conti, G. Leonardi, N. Mariotti & U. Nicosia. 1975. *Pachypes dolomiticus* n. gen. n. sp.;

Pareiasaur footprint from the "Arenaria di Val Gardena" (Middle Permian) in the Western Dolomites (N. Italy). *Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti Classe Scienze Matematiche Fisiche e Naturali* ser. VIII, 57, n. 3-4: 221-32.

Marzola, M., & F.M. Dalla Vecchia. in press. New dinosaur tracks from the Dolomia Principale Formation (Upper Triassic) of the Carnic Prealps (Friuli Venezia Giulia Autonomous Region, NE Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*.

Mietto, P. 1981. Una grande impronta di Pareiasauro nel Permiano di Recoaro. *Rendiconti della Società Geologica Italiana* 4: 363-64.

Mietto, P. 1986. Orme di tetrapodi nella Formazione di Werfen (Triassico inferiore) del Recoarese. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 92, n. 3: 321-26.

Nicosia, U., M. Avanzini, C. Barbera, M.A., Conti, F.M. Dalla Vecchia, C. Dal Sasso, P. Gianolla, G. Leonardi, M. Loi, N. Mariotti, P. Mietto, M. Morsilli, A. Paganoni, F.M. Petti, D. Piubelli, P. Raia, S. Renesto, E. Sacchi, G. Santi & M. Signore. 2005. I vertebrati continentali del Paleozoico e Mesozoico. In *Paleontologia dei Vertebrati in Italia*, cur. L. Bonfiglio, 41-66. Verona: Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, serie 2, 6.

Valentini, M., M.A Conti & U. Nicosia. 2008. Linking tetrapod tracks to the biodynamics, paleobiogeography, and paleobiology of their trackmakers: *Pachypes dolomiticus* Leonardi et al., 1975, a case study. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica* 83: 237-46.

Valentini, M., U. Nicosia & M.A. Conti. 2009. A re-evaluation of *Pachypes*, a pareiasaurian track from the Late Permian. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, 251, n. 1: 71-94.

Venturini, C. 1986. Permian red beds of the Carnic Alps (Val Gardena Sandstone). In *Field Conference on Permian and Permo-Triassic boundary in the Western Tethys (N Italy and N Yugoslavia), Museo di Scienze Naturali di Brescia, July 1986, Excursion Guidebook*, cur. Italian IGCP 203 Group, 58-69.

Venturini, C. 2006. *Evoluzione geologica delle Alpi Carniche con carta geologica delle Alpi Carniche in scala 1:25.000*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 48, 208 pp.

Venturini, C., M. Pondrelli, S. Delzotto, C. Fontana & K. Discienza. 2001. *Carta geologica delle Alpi Carniche. Scala 1:25.000*. Firenze: Museo Friulano di Storia Naturale, S.E.L.C.A.

Venturini C., cur. 2009. *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 031 Ampezzo.* Firenze: ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, 160 pp.

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia | 34 (2012) | 51-78 | Udine, 10.XII.2013 | ISSN: 2038-0410

Corrado Venturini
Katiuscia Discenza
Antonella Astori

SEDIMENTOLOGIA E TETTONICA DELLA SUCCESSIONE CLASTICA DELLA VAL MEDUNA (PREALPI CARNICHE, PN)

SEDIMENTOLOGY AND TECTONICS OF THE VAL MEDUNA CLASTIC SEQUENCE (CARNIC PRE-ALPS, PN - NE ITALY)

Riassunto breve - Questo lavoro è centrato sull'analisi sedimentologica e tettonica dei depositi terrigeni di fondovalle affioranti lungo il corso del Torrente Meduna, nel segmento vallivo compreso tra gli abitati di Tramonti di Sotto e Meduno (PN). L'area oggetto di indagine ha il proprio fulcro di massima esposizione ed interesse nel settore Col Ventous - Ponte Racli, collocato lungo il fronte esterno delle Prealpi Carniche. Nella potente successione clastica di fondovalle sono stati riconosciuti due distinti litosomi (*Conglomerato di Case del Bianco* e *Conglomerato di Ponte Racli*), parzialmente coperti da recenti depositi fluvio-glaciali (*Subsintema di Arba, Sintema di Sequals*) e discordanti sopra un substrato mesozoico-paleogenico già intensamente deformato. Il *Conglomerato di Ponte Racli* è quello che offre le migliori potenzialità di studio, tanto sedimentologico quanto tettonico. Il litosoma è formato da ripetizioni cicliche di sequenze fluvio-deltizio-lacustri (>100 m di spessore), organizzate in successione continua, quasi priva di superfici d'erosione interna ed ottimamente esposta nel tratto occidentale del nucleo oggetto di studio (Col Ventous). Al contrario, la porzione orientale dello stesso (Ponte Racli) registra una serie di evidenti deformazioni gravitative legate all'attività di faglie sin-sedimentarie ben decifrabili in affioramento. La successiva riattivazione in transpressione sinistra di alcune tra queste strutture ha generato un'inversione tettonica. Infine, in mancanza di reperti paleontologici e datazioni radiometriche, i dati tettonici e sedimentologici del *Conglomerato di Ponte Racli* sono stati utilizzati quali indizi indiretti per tentare di assegnare un'età alla deposizione dell'unità. Ne è scaturita una retro-datazione del litosoma, qui riferito genericamente all'intervallo Miocene sup. (tardo Messiniano) - Pliocene *s.l.*, in luogo della sua collocazione quaternaria (Pleistocene sup.) ammessa, sempre su basi indiziarie, dagli Autori precedenti.
Parole chiave: Prealpi Carniche, Tettonica sin-sedimentaria, Ambiente lacustre, Pliocene, Fase neoalpina.

Abstract - *The study concerns the sedimentological and tectonical analysis of terrigenous valley floor deposits outcropping beside the Torrent Meduna between the villages of Tramonti di Sotto and Meduno (PN). The main interesting and best exposed area is in the Col Ventous-Ponte Racli stretch, located along the external front of the Carnic Pre-Alps. Two different lithosomes have been identified in the thick clastic stratigraphic succession of the Meduna Valley floor (*Case del Bianco Conglomerate *and* Ponte Racli Conglomerate*); they are partially covered by recent fluvio-glacial deposits (*Arba Subsyntheme, Sequals Syntheme*) and unconformably rest on the strongly deformed succession of Mesozoic-Paleogenic age. The* Ponte Racli Conglomerate *consists of repeated cyclic fluvial-deltaic-lacustrine sequences (>100 m thick) arranged in a continuous succession with few internal erosion surfaces and perfectly exposed in the western part of the study area (Col Ventous). On the opposite side, in the eastern part,* Ponte Racli Conglomerate *records several clear gravitational deformations linked to syn-sedimentary fault activity that is well legible in the outcrop. The further left-transpressive reactivation of some of these structures leads to a tectonic inversion. Lacking palaeontological evidences and radiometric dating, the tectonical and sedimentological data of* Ponte Racli Conglomerate *have been used as indirect clues to tentatively assign an age to the lithosome. A retro-dating of the unit arises: instead of the Quaternary placing (Upper Pleistocene), as indicated on indirect basis by previous Authors, here it is located generically to the Upper Miocene (late Messinian) - Pliocene s.l. interval.*
Key-words: *Carnic Pre-Alps, Syn-sedimentary tectonics, Lacustrine environment, Pliocene, Neoalpine phase.*

1. Inquadramento geologico

Il settore investigato appartiene al fronte esterno delle Prealpi Carniche, sviluppate in destra Tagliamento (Fig. 1). Il substrato è formato da una successione triassica sup. e cretacico-miocenica, rappresentata da dolomie e dolomie calcaree della Dolomia Principale (Triassico sup.), vari carbonati di piattaforma (Cretaceo sup.), limitati calcari e calcari marnosi rossi della Scaglia Rossa Friulana (Paleogene), depositi calcareo-marnosi torbiditici del Flysch di Clauzetto (Eocene), scarse areniti quarzose delle "arenarie di Preplans"

(Miocene inf.). Al substrato, secondo i risultati di questo lavoro, sono riferiti anche i conglomerati, areniti e limi sovraconsolidati formanti le unità oggetto di questo lavoro (Conglomerato di Case Del Bianco e Conglomerato di Ponte Racli), considerati in letteratura come depositi quaternari. Le coperture si limitano ai depositi fluvio-glaciali e fluviali del Subsintema di Arba (Sintema di Sequals), Pleistocene sup. Olocene inf.

La Val Meduna è un profondo solco morfologico che incide le Prealpi Carniche con approssimativa direzione N-S. La sua impostazione, in analogia con quelle del vicino Torrente Arzino e del non lontano Fiume Tagliamento, tra Tolmezzo e Osoppo, può essere ricondotta al Miocene medio, coerentemente con lo sviluppo del gradiente morfologico indotto dai sollevamenti alpini, particolarmente pronunciati procedendo verso i quadranti settentrionali (fase tettonica neoalpina Auct.). L'approfondimento della Val Meduna proseguì ad opera di continue erosioni fluviali sollecitate dal sollevamento tettonico e, con tutta probabilità, incrementate dal significativo e repentino calo del livello di base mediterraneo durante il tardo Miocene sup. (Venturini & Discenza 2010).

Nel Miocene sommitale, durante la fase di lagomare e nel successivo Pliocene, con il ripristino del livello di base mediterraneo, i solchi vallivi miocenici del futuro territorio friulano sperimentarono un'inversione di tendenza, passando da una fase di incisione fluviale ad una propensione al sovralluvionamento, seppure contrastato dal progressivo, generalizzato sollevamento tettonico del territorio, in molti settori tuttora attivo.

È all'interno di questo intervallo temporale (tardo Messiniano-Zancleano) che, nel Friuli centrale, si colloca la deposizione del Conglomerato di Osoppo (Dalla Vecchia & Rustioni 1996), interpretato come deposito fluvio-deltizio-lacustre (Venturini & Discenza 2010) ospitato nel paleosolco vallivo del Tagliamento-Fella.

Negli ultimi 6 milioni di anni (Messiniano-Quaternario) anche la storia geologica della Val Meduna, come il limitrofo settore di Osoppo, è stata sicuramente condizionata dall'alternanza di fasi erosive e deposizionali che, nel fondovalle, hanno generato una complessa interazione tra accumuli sedimentari clastici di ambiente continentale e varie superfici d'erosione. A queste ultime, capaci di creare nuovi spazi per successivi depositi, si deve anche l'eliminazione di una consistente parte dei precedenti dati stratigrafico-sedimentologici, con la conseguenza di rendere più complessa la decifrazione degli eventi.

È anche per tale ragione, aggiunta alla totale assenza di reperti fossili, che tanto le interpretazioni quanto le

Fig. 1 - Ubicazione dell'area di indagine.
- *Location of the study area.*

Fig. 2 - A destra: carta geologica dell'area limitrofa al fondovalle del Torrente Meduna nel tratto Tramonti di Sotto - Meduno.
- *On the right: Geological map of the area surrounding the Tramonti di Sotto - Meduno valley floor.*

Carta geologica del settore Meduno-Lago di Tramonti
C. Venturini, 2013
Legenda stratigrafica
Fluvio-glaciale e fluviale (Quaternario)
Congl. di Ponte Racli
Congl. di Case Del Bianco
Pliocene?
Areniti e marne (Miocene inf.)
Flysch di Caluzetto (Eocene)
Scaglia Rossa (Paleogene)
Calcari (Cretaceo)
Dolomia Princ. (Triassico sup.)
Faglia Tramonti Verzegnis
Faglia del Col Ventous
Faglia di Meduno
Lago di Tramonti
T. Meduna
T. Silisa
T. Tarcenò
T. Mulè
TRAMONTI di SOTTO
COL DELLA LUNA
CIUCUL TARONT
M. ROSSA
M. CHIARANDEIT
M. CEREIS
COL MAIOR
NAVARONS
MEDUNO
FRISANCO
PONTE RACLI
COL VENTOUS
area di studio
Friuli Venezia Giulia
0 1 2km
N

età attribuite dagli Autori ai singoli litosomi clastici presenti nelle zone di fondovalle della Val Meduna, si sono finora basate su indizi parziali e sempre indiretti.

L'analisi macrotettonica, estesa a monte e a valle del settore d'indagine, unitamente ai preliminari studi mesostrutturali sui ciottoli improntati dei conglomerati miocenici affioranti lungo il fronte prealpino carnico più esterno, tra Maniago e Sequals (CAPUTO et al. 2003), indica la sovrapposizione sul medesimo volume roccioso degli effetti legati a due distinti eventi compressivi neoalpini.

Il primo è riferibile ad una intensa fase compressiva regionale (Miocene medio-sup.) con sforzo massimo disposto ad ampio ventaglio e le cui direzioni variavano da quelle N-S dei settori friulani centrali e settentrionali (VENTURINI 1990a, 1990b; LAÜFER 1996; DISCENZA & VENTURINI 2003; VENTURINI & CARULLI 2003) a quelle NNW-SSE, attestate verso occidente (CAPUTO et al. 2003; PONTON 2010).

Il successivo evento compressivo in grado di condizionare gli assetti deformativi della catena, seppure con effetti minori rispetto ai precedenti, si è affermato durante il Pliocene s.l. È legato a una rotazione antioraria dello sforzo massimo che, dai dati ottenuti tanto all'interno della catena quanto nelle sue porzioni frontali, attesta direzioni costanti di spinta dirette circa NW-SE (VENTURINI 1990a, 1990b; LAÜFER 1996; DISCENZA & VENTURINI 2003; VENTURINI & CARULLI 2003; CASTELLARIN et al. 1992; CASTELLARIN & CANTELLI 2000; CAPUTO et al. 2003; PONTON 2010).

Tra le numerose evidenze prodotte da questa fase all'interno del settore di studio (CAVALLIN 1976), si segnalano in particolare le frequenti torsioni macroscopiche delle giaciture (Fig. 2) che dalle direzioni E-W passano in modo continuo e rapido a quelle NE-SW.

Tali premesse risultano indispensabili per giustificare l'interpretazione evolutiva data alla successione clastica del nucleo Col Ventous - Ponte Racli e alla relativa proposta di datazione.

2. Il presunto glacialismo della Val Meduna

Per quanto concerne l'analisi morfologica del complessivo solco della Val Meduna, STEFANINI (1912) e FERUGLIO (1923) concordano nel ritenere che i rilievi rocciosi distribuiti tra Meduno e Tramonti di Sopra conservino due antichi livelli di spianamento ereditati da smantellamenti erosivi pliocenici connessi al "preglacialismo pleistocenico". FERUGLIO (1923) fornisce indicazioni più precise in merito alle loro quote e alle presunte età di sviluppo. Secondo l'Autore, la più antica delle due superfici di erosione sarebbe riferibile al Pliocene inf. e avrebbe prodotto le spianate residuali attestate intorno alle quote 1200-1100 m. Sempre secondo i medesimi Autori, il successivo gruppo di spianate potrebbe risalire invece al Pliocene medio-sup. e ad esso risulterebbero ascrivibili i relitti morfologici distribuiti tra 700 e 500 m di altitudine. Entrambi i livelli sono stati interpretati come generati da fasi di sollevamento orogenetico (o alle stasi del sollevamento).

Nell'ampia letteratura riguardante l'analisi morfologica della Val Meduna e delle sue valli tributarie, le opinioni degli Autori in merito all'azione glaciale pleistocenica sono molto discordi. Drastici appaiono PENCK & BRUCKNER (1909), i quali escludono ogni processo glaciale pleistocenico sull'intero solco vallivo. Al contrario, un gruppo di studiosi italiani è orientato a ritenere che nella Val Meduna i contributi glaciali ci fossero stati, seppure di estensione e consistenza molto limitate.

Il primo a confinare il glacialismo nelle sole porzioni prossimali della Val Meduna fu TARAMELLI (1875), che asserì la mancanza di tracce glaciali ad esclusione di quelle lasciate dalla vedretta che avrebbe occupato la ridotta valle tributaria sinistra del Torrente Viellia. In quest'ultima, sempre secondo TARAMELLI (1875), sarebbero rinvenibili gli unici resti di accumuli glaciali, presenti sotto forma di morene (presumibilmente frontali). Il dato però è stato successivamente sconfessato da STEFANINI (1912) che, nella stessa valle laterale, segnala solo sedimenti fluvio-glaciali, pur ammettendo per la complessiva Val Meduna un contributo glaciale derivato da una ridotta transfluenza dal grande ghiacciaio tilaventino würmiano, attiva attraverso la Sella del Passo Rest (1060 m). L'espansione verso meridione dei ghiacci würmiani, secondo l'interpretazione di STEFANINI (1912), sarebbe stata comunque contenuta entro pochi chilometri dal passo.

Per Sacco (1900) la lingua glaciale della Val Meduna, sempre interpretata come originata per transfluenza, si spinse più a valle, oltrepassando di poco l'abitato di Tramonti di Sopra. Gli unici resti morenici, definiti come "morenico-franoidi" (probabilmente sotto forma di "marocche") sarebbero relegati alle alte quote della valle (SACCO, 1937).

Un secondo gruppo di Autori è invece propenso a ritenere che i ghiacciai pleistocenici che transfluivano nella vallata del Torrente Meduna attraverso il Passo Rest, giungessero addirittura in prossimità del suo sbocco in pianura, nei pressi di Meduno. Una tale ipotesi fu inizialmente avanzata da PIRONA (1877) per il quale la fronte glaciale avrebbe stazionato "dietro alla chiusa cretacica" potenzialmente coincidente con la stretta morfologica di Ponte Racli, attuale sezione di imposta della diga del bacino idroelettrico di Tramonti.

Successivamente fu FERUGLIO (1929) a postulare la presenza di un deposito morenico "rissiano" (oggi

eroso e/o occultato) posto a sbarramento della vallata alle spalle della località Maraldi, appena a valle di Meduno. L'ipotesi, a dire il vero artificiosa anche solo in considerazione dell'estensione che avrebbe dovuto avere l'accumulo (circa 2 km), era nata per l'esigenza di giustificare un affioramento di limi lacustri contenenti ciottoli striati di "indubbia origine glaciale", rinvenuto da Feruglio sotto la località Case Del Bianco, a monte del presunto ostacolo morenico. Nello stesso lavoro l'Autore appoggia la tesi di Pirona (1877) e attribuisce al "Würm" Auctorum lo stazionamento di una fronte glaciale posizionata in corrispondenza della stretta rocciosa di Ponte Racli.

Tale situazione avrebbe prodotto l'abbandono di un ulteriore deposito morenico frontale il quale, seppure non meglio definito dall'Autore, potrebbe essere identificabile con uno o più orizzonti clastici cementati (diamictiti), eterometrici a grossi blocchi, presenti in località Ponte Racli e intercalati alla potente successione di conglomerati e limi. Oppure, in alternativa, potrebbe corrispondere alla concentrazione di grossi massi che, appena a valle della diga, costella il fondo del torrente per quasi 300 m.

Sempre secondo Feruglio (1929), al ritiro del ghiacciaio lo sbarramento morenico "würmiano" di Ponte Racli avrebbe propiziato la formazione di un invaso lacustre i cui limi di fondo-lago si distribuirono tra quest'ultima località e l'abitato di Tramonti di Sotto. A tal proposito, è utile sottolineare che per alcuni km a monte della Stretta di Ponte Racli, sezione d'imposta della diga, si rinvengono spessori consistenti di limi laminati, sempre sovraconsolidati,

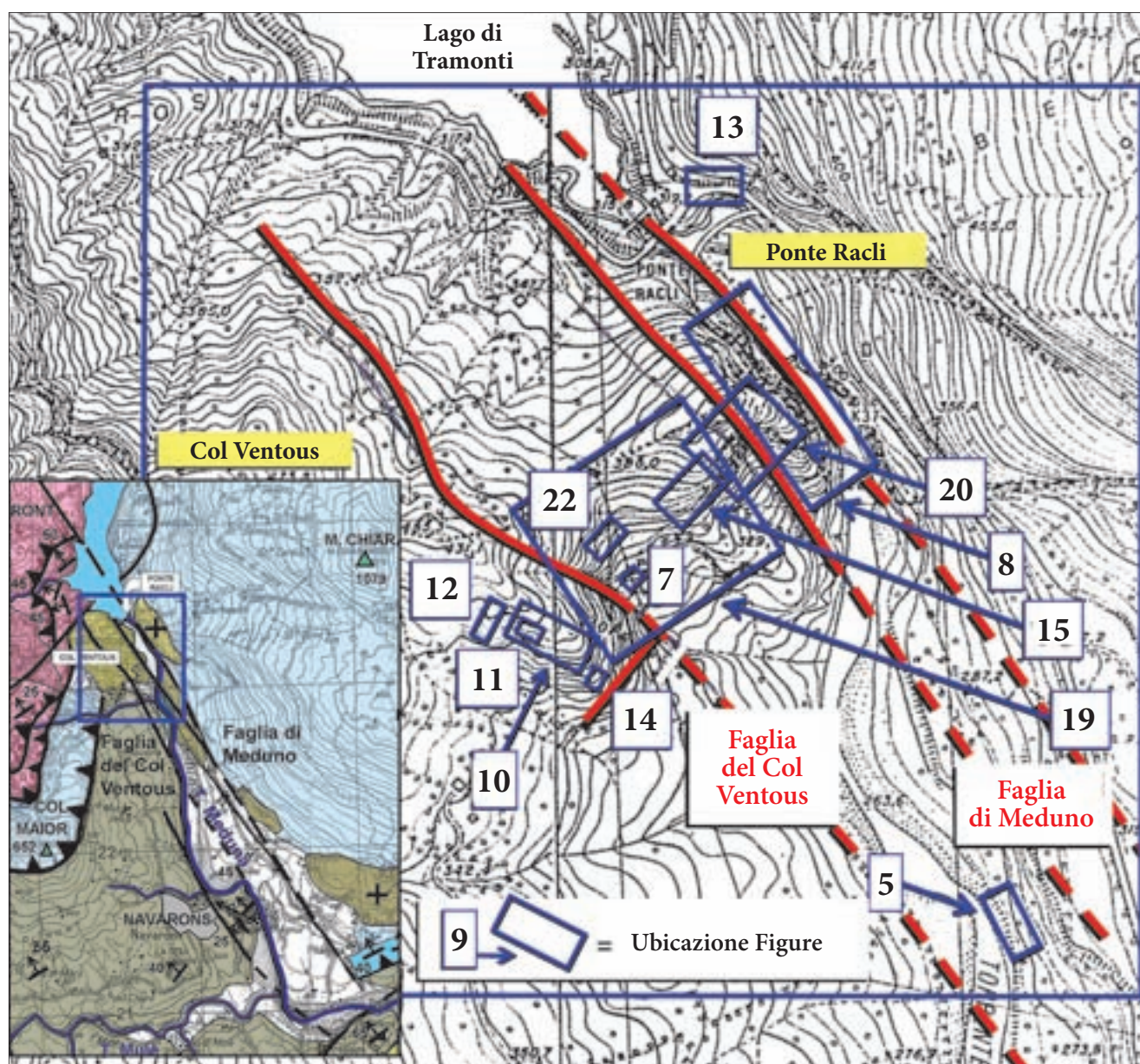



Fig. 3 - Localizzazione delle fotografie inserite nel lavoro. Le frecce indicano la posizione di scatto.
- *Location of the photos included in this paper. Arrows show the point of view.*

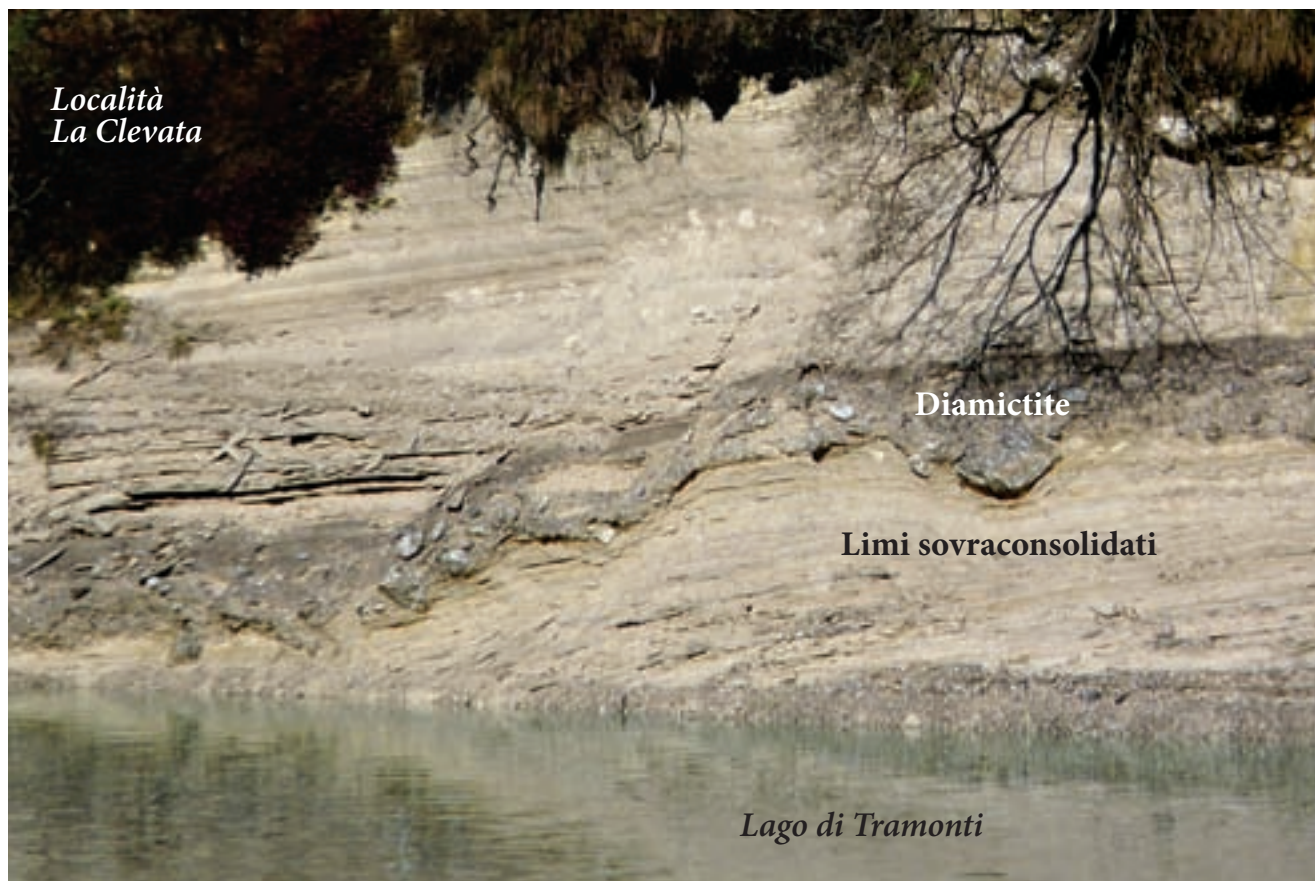



Fig. 4 - I limi sovraconsolidati interpretati dagli Autori come depositi lacustri "würmiani" (LGM).
- Overconsolidated mud and silt interpreted as "Würmian" (LGM) lacustrine deposits by the Authors.

apparentemente coerenti con le "premesse glaciali" esposte dall'Autore.

Anche Gortani (1959), nella sua Carta della glaciazione würmiana in Friuli, condivise l'idea dell'avanzata di una lingua glaciale lungo la Val Meduna, originata per transfluenza del ghiacciaio tilaventino attraverso il Passo Rest. Per l'Autore la lingua glaciale avrebbe raggiunto la località Ponte Racli stazionando in corrispondenza della relativa soglia rocciosa.

La tesi dello sbarramento morenico e del conseguente lago tardi-würmiano, è condivisa anche da Puzzi (1989) che a sua volta si allinea con quanto espresso da Croce & Vaia (1986). Questi ultimi Autori, pur ravvisando la mancanza di evidenti e inconfutabili resti di apparati morenici, ritengono il profilo della valle (perlomeno "fino alla località La Clevata") come caratteristico di un transito glaciale.

Quegli stessi depositi limosi lacustri, caratteristici per il loro colore giallastro, la fitta laminazione, l'assetto a debole inclinazione e lo stato sempre sovraconsolidato, affiorano oggi lungo le rive dell'invaso idroelettrico, esposti grazie alle successive erosioni fluviali. I medesimi limi, identici nei caratteri, si ritrovano anche organizzati in più orizzonti, all'interno della potente successione del Conglomerato di Ponte Racli (Venturini, 1986). Anche Paronuzzi & Spadea (1986), citando gli stessi, numerosi affioramenti di limi presenti lungo il perimetro dell'attuale lago, li attribuiscono a "un'età tardi-würmiana".

Venzo et al. (1975), tramite sondaggi meccanici effettuati nella zona de La Clevata (terminazione settentrionale del Lago di Tramonti), a media profondità rinvengono la presenza di un presunto "accumulo morenico", potente una ventina di metri. Il deposito si sovrappone direttamente al substrato roccioso ed è a sua volta rivestito "da una successione lacustre" spessa 70 m, in parte visibile anche in affioramento (limi sovraconsolidati di Fig. 4).

In base a queste ultime considerazioni, riprese e condivise da Puzzi (1989), si ricava che il presunto "accumulo morenico" intercettato dal sondaggio dovrebbe proseguire verso valle trasformandosi nell'ostacolo che ha propiziato la formazione del lago tardi-würmiano.

Alle idee di questo secondo gruppo di Autori aderisce Venturini (1986), il quale sviluppa un'analisi sedimentologica dei depositi terrigeni di Ponte Racli, successione che in affioramento ha uno spessore minimo di 100 m. L'Autore vi individua una ripetizione verticale di facies fluvio-deltizio-lacustri, sovrapposte o alternate a caratteristici orizzonti a grandi blocchi, tentativamente interpretati come propaggini di depositi morenici di età "würmiana", in sintonia con le tesi

espresse da questo stesso consistente gruppo di Autori.

Nella stessa porzione meridionale della Val Meduna, a poca distanza dagli affioramenti di Col Ventous - Ponte Racli, la totalità degli Autori concorda comunque nel segnalare un litosoma (qui denominato Conglomerato di Case Del Bianco), definito "molto antico", presente a quote variabili, diffuso in sparsi lembi residuali di età imprecisata ma certamente precedente alla successione terrigena di Ponte Racli. Allo stesso modo tutti gli Autori segnalano un litosoma clastico, sciolto, distribuito lungo il fondovalle, marcatamente terrazzato e collegato all'ultima e più recente fase accrezionale dell'alta pianura friulana. Tale deposito, recentemente denominato Subsintema di Arba (Sintema di Sequals) (Avigliano et al. 2008), è distribuito tanto a valle di Meduno quanto lungo gli ultimi chilometri del solco vallivo del Torrente Meduna. Anche in questo caso c'è una generale concordanza nel collegarlo all'evoluzione tardo pleistocenica sup. - olocenica inf. del settore, dominata da apporti fluvio-glaciali e fluviali.

Da segnalare, non ultima per importanza, una serie di dati riportata da Cavallin & Martinis (1981) che, tramite sondaggi geoelettrici, segnalano la profondità del substrato roccioso nella zona depocentrale della valle oggi sovralluvionata. Procedendo verso monte, da La Clevata verso Tramonti di Sotto, gli Autori ricavano valori che corrispondono a quote (riferite all'attuale superficie del livello marino) rispettivamente di +250 m, +50 m e +140 m su distanze di 1,5 km. Nel commentarli propongono, in parallelo due possibili genesi: escavazione fluviale o, in alternativa, esarazione glaciale.

3. La successione clastica della bassa Val Meduna

Il fondovalle del Torrente Meduna, fra Tramonti di Sopra e l'abitato di Meduno, presenta i residui di una potente successione clastica alluvionale di età ancora dibattuta. La successione è separabile in tre litosomi distinti. Secondo quanto emerge dalle conclusioni di questo lavoro, i primi due in ordine di deposizione apparterrebbero al substrato e sarebbero nettamente separabili dal terzo (Sintema di Sequals, Subsintema di Arba), ascrivibile alle coperture quaternarie.

Sono ben esposti i relativi confini stratigrafici, marcati da nette superfici di discontinuità. La tripartizione stratigrafica fu a suo tempo messa in evidenza da Stefanini (1912) che, congiuntamente a Feruglio (1923, 1929), ha affrontato l'evoluzione paleo-idrografica di questo settore prealpino.

Sulla base dell'insieme dei dati esposti in letteratura, i potenti depositi affioranti nel fondovalle del medio Torrente Meduna possono essere suddivisi in tre litosomi distinti, due di essi di età ancora incerta e qui denominati, dal più antico al più recente, Conglomerato di Case Del Bianco, formato da facies fluviali (e ?lacustri) di presunta età pleistocenica s.l. (Stefanini 1912; Feruglio 1923, 1929; Comel 1955) e Conglomerato di Ponte Racli, rappresentato da facies fluviodeltizio-lacustri con sparsi orizzonti di diamictiti, di presunta età pleistocenica s.l. (Stefanini 1912; Venturini 1986). Li riveste il terzo dei tre litosomi diffusi lungo il fondovalle e che corrisponde al Subsintema di Arba (Sintema di Sequals), di sicura età pleistocenica sup.-olocenica inf. (Taramelli 1881; Stefanini 1912; Feruglio 1923, 1929; Comel 1955; Avigliano et al. 2008), presente con litofacies in prevalenza ghiaiose clastosostenute.

3.1 Conglomerato di Case Del Bianco

La prima segnalazione di questo litosoma si deve a Taramelli (1875, 1881) il quale identifica una esigua ma significativa placca conglomeratica tenacemente cementata, appoggiata lateralmente, in discordanza, sul substrato calcareo cretacico del versante vallivo che sovrasta Meduno. Il litosoma fu classificato dall'Autore come "antiche alluvioni pre-glaciali". Le località di affioramento citate in letteratura - dove oggi è possibile solo in parte osservarne i caratteri, mascherati da una vegetazione di anno in anno sempre più rigogliosa - si distribuiscono tra le borgate inferiori, Romaniz, Pitagora, Premòel (quote 300-450 m) e le borgate superiori, Valle e Case Del Bianco (quote 430-500 m). Sono tutte ubicate sul versante sinistro della Val Meduna, tra il paese di Meduno e la diga del Lago di Tramonti, posta in località Ponte Racli (v. Fig. 1), in corrispondenza della stretta forra.

Si segnalano due nuovi affioramenti dell'unità. In un caso si tratta di una fascia di conglomerati che orla la sponda sinistra del Torrente Meduna, a valle della diga (Figg. 5 e 6). Le ruditi affiorano senza interruzioni per molte centinaia di metri, lambite infine dalle acque del torrente. In questo settore lo spessore del deposito raggiunge la trentina di metri. In alcuni tratti, lungo l'alveo fluviale, i processi di scalzamento al piede favoriti da sistemi di fratture beanti hanno generato modesti scompaginamenti accompagnati da contenute traslazioni gravitative e accatastamenti di blocchi decametrici. Qui il Conglomerato di Case Del Bianco riveste con netto contatto erosivo (quota 265 m) la successione deformata di età eocenica (Flysch di Clauzetto, Eocene), affiorante sul fondo del Torrente Meduna (v. Fig. 5).

Il secondo affioramento (Fig. 7) è stato individuato lungo la pendice meridionale del Col Ventous (quota 315 m): si tratta di pochi metri visibili di conglomerati, esposti lungo il recente approfondimento di

Fig. 5 - Conglomerato di Case Del Bianco in contatto sul substrato eocenico affiorante sul fondo del Torrente Meduna.
- Case del Bianco Conglomerate lying on the Eocenic bedrock outcropping on the bottom of the Meduna stream.

Fig. 6 - Particolare del Conglomerato di Case Del Bianco raffigurato nella figura precedente.
- Detail of the Case del Bianco Conglomerate shown in the previous figure.

una modesta incisione da ruscellamento. L'erosione fluviale mette allo scoperto anche il contatto erosivo, sub-orizzontale e paraconcordante, tra il Conglomerato di Case Del Bianco e il soprastante Conglomerato di Ponte Racli.

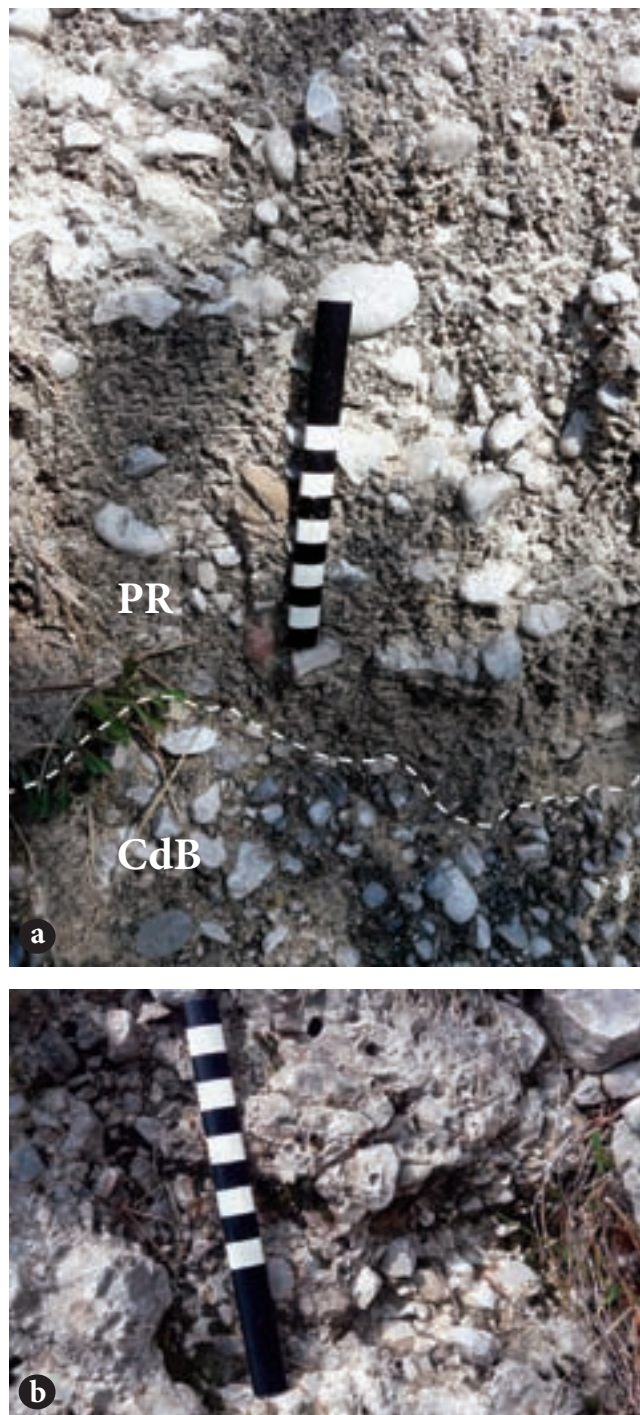



Fig. 7 - a) Il contatto tra il Conglomerato di Case Del Bianco (CdB) e il Conglomerato di Ponte Racli (PR) nell'affioramento di quota 315 m; b) particolare del Conglomerato di Case Del Bianco.
- *a) Contact between Case del Bianco Conglomerate (CdB) and Ponte Racli Conglomerate (PR) in the outcrop of elevation 315 m; b) detail of Case del Bianco Conglomerate.*

3.1.1. Stratigrafia

In corrispondenza delle borgate Valle e Case Del Bianco, il deposito termina superiormente (quota 500 m) con una superficie sub-orizzontale (spianata morfologica di ?accrezione o di ?erosione) che la comunità scientifica da oltre un secolo ha denominato come terrazzo Del Bianco. L'età del deposito è tuttora incerta anche se può essere stimata con certezza come la più antica delle tre sequenze clastiche che, in tempi differenti, hanno rivestito il basso solco del Torrente Meduna.

Anche Stefanini (1912) cita questo antico litosoma e lo denomina "alluvioni pre-glaciali", riferendosi con tutta probabilità ad un intervallo interglaciale precedente alla glaciazione würmiana. Feruglio (1923) si spinge oltre, proponendo per il litosoma di Case Del Bianco un'età "pre-rissiana". L'Autore, nel medesimo lavoro, segnala anche delle intercalazioni di limi sabbiosi bianco-grigi che a tratti, fra le borgate Del Bianco e Premòel, interrompono la continuità dei conglomerati tenaci.

Secondo l'Autore l'incisione (e terrazzamento) di questa unità risalirebbe al "Riss". Pochi anni dopo, lo stesso Feruglio (1929) ringiovanisce la presunta età dell'accumulo, collocandola in un interglaciale ("Riss-Würm"). Il Foglio geologico del settore, pubblicato in quegli anni (Zenari 1929), indica genericamente i depositi di Case Del Bianco e Valle come "conglomerati pre-würmiani".

Se si dovesse calcolare il presunto spessore di questa unità solo in base alle attuali quote di affioramento, minime (alveo del Torrente Meduna) e massime (Case del Bianco e Valle), se ne ricaverebbe una potenza non inferiore a 230 m. Nel calcolo occorre però tenere presente che i due affioramenti sono separati da estese coperture boschive sviluppate in corrispondenza della Faglia di Meduno.

Si ricordi inoltre che, valutando l'effetto della faglia in oggetto (v. Fig. 2 e Fig. 24b), il lembo nord-orientale, sul quale insistono gli affioramenti di Case del Bianco e Valle (assieme a quelli di Premuel), risulta essersi sollevato rispetto al primo, denunciando una tendenza che ha finito per dislocare in modo considerevole, gli affioramenti conglomeratici di Valle e di Case del Bianco rispetto a quelli d'alveo del Torrente Meduna (v. Figg. 5 e 6). In alternativa ai 230 m di spessore, un dato verosimile può essere dunque considerato il valore ≥150 m.

3.1.2. Analisi sedimentologica

Il Conglomerato di Case Del Bianco è caratterizzato da una cementazione particolarmente tenace (v. Fig. 7). La matrice è scarsa e i clasti sono mediamente compresi tra 2 e 8 cm, con taglie massime di 35 cm. Prevalgono le forme sub-arrotondate e arrotondate. Le loro litologie, composizionalmente eterogenee, in massima

parte riflettono provenienze locali, riferibili al bacino di drenaggio del Torrente Meduna. Si riconoscono dolomie, calcari chiari, calcareniti giallastre e calcari siltoso-marnosi rossi. Si aggiungono rari clasti di quarzo metamorfico, di selce rossa e di sporadiche dolomie nere. La successione conglomeratica è organizzata in banchi metrici con superfici basali da erosive a blandamente erosive. Sono localmente presenti stratificazioni incrociate tabulari e concave. È significativa la presenza di alcuni clasti profondamente alterati, assenti invece nel successivo Conglomerato di Ponte Racli.

Interpretazione

Gli affioramenti di questa unità non consentono valutazioni sedimentologiche di dettaglio. Dalla distribuzione degli affioramenti e dalla composizione dei clasti, è stata scartata la possibilità che possa trattarsi di un deposito di contatto glaciale (Kame); così come le geometrie della stratificazione, mai convolute, e le dimensioni omogenee dei depositi, escludono possa trattarsi di un deposito sub-glaciale (Esker). Il contesto deposizionale sembra essere stato quello alluvionale, dominato da prevalenti trasporti fluviali attivi lungo il solco vallivo principale, coincidente in linea di massima con quello odierno.

Mancando per ora possibilità di datazione del deposito, dalla sua posizione stratigrafica, dai relativi contatti e dalla profonda alterazione subita da alcune tipologie di clasti, si può solo affermare che la sua età di accumulo è più antica rispetto a quella del Conglomerato di Ponte Racli e che si depositava sopra un substrato già intensamente deformato.

3.2. Conglomerato di Ponte Racli

I depositi del Conglomerato di Ponte Racli sono rappresentati da litologie varie: limi sovraconsolidati, areniti, conglomerati e diamictiti, queste ultime rappresentate da brecce eterometriche a grossi elementi. Stefanini (1912) ne collega l'accumulo ad una fase di massima espansione glaciale precedente al "Würm", mentre per Taramelli (1875), Pirona (1877), Sacco (1900, 1937), Penck & Bruckner (1909), Feruglio (1929), Gortani (1959), Croce & Vaia (1986), Paronuzzi & Spadea (1986), Venturini (1986) e Puzzi (1989), la successione clastica - interpretata come deposito fluvio-glaciale - coinciderebbe con la massima espansione glaciale würmiana (LGM) lungo la valle.

I nuovi dati sedimentologici di seguito esposti, integrati con una serie di evidenze tettoniche, consentirebbero di retrodatare in modo significativo l'età del deposito.

3.2.1. Stratigrafia

Il Conglomerato di Ponte Racli affiora nella omonima località di fondovalle formando la porzione media e superiore del Col Ventous (473 m), modesto rilievo compreso tra il Ciucul del Signour (947 m) e le propaggini occidentali del Monte Chiarandeit (1079 m).

Il contatto basale (e laterale) dell'unità è sempre nettamente erosivo. Si sviluppa quasi ovunque a spese del substrato carbonatico mesozoico di età norico-cretacica e, a tratti, del Conglomerato di Case Del Bianco. Il contatto erosivo tra i due litosomi terrigeni del fondovalle sembra ipotizzabile anche in Stefanini (1912), per il quale il litosoma di Ponte Racli proseguirebbe in un sottile orizzonte clastico, non cartografabile, "visibile sopra la borgata Romaniz e a N di Pitagora", classiche località di affioramento del Conglomerato di Case Del Bianco.

I depositi del Conglomerato di Ponte Racli si appoggiano lateralmente alle pendici rocciose dolomitiche del Ciucul del Signour (Dolomia Principale), mentre verso il Col Maiòr il contatto, mascherato dalle coperture quaternarie, è a spese dei calcari cretacei.

Più in dettaglio, considerando un'ideale sezione W -E che attraversa l'affioramento Col Ventous - Ponte Racli e prendendo in esame l'andamento del contatto basale che delimita il Conglomerato di Ponte Racli, si può evidenziare che a) nel tratto occidentale (Ciucul del Signor) l'unità si appoggia lateralmente al substrato dolomitico di età norica e ai depositi calcarei di età cretacica; b) verso il centro della sezione, tra le quote 330 e 310 m, l'unità continua a rivestire i calcari cretacei, qui visibilmente cataclastici, ma in breve, dopo alcune decine di metri di copertura, si sovrappone in paraconcordanza al Conglomerato di Case Del Bianco (quota 315 m); c) nel tratto orientale, in corrispondenza dell'attuale depocentro vallivo e della diga, il contatto basale incide nuovamente il substrato cretacico (Fig. 8).

I depositi del Conglomerato di Ponte Racli che, in destra idrografica, si approssimano alla diga, risentono più di ogni altro di intense deformazioni tettoniche. Sottraendo gli effetti tettonici si ripristina l'originale geometria del contatto basale, inclinato all'origine di 15°-20° verso i quadranti occidentali.

Superata la Stretta di Ponte Racli, incisa nei calcari cretacei, ulteriori depositi del conglomerato omonimo si appoggiano lateralmente, in assetto tornato orizzontale, al versante roccioso dei Monti Chiarandeit e Cerèis, propaggini occidentali del più elevato e noto Monte Ciaurlec.

In questa zona la superficie erosiva di appoggio conserva ancora l'assetto originario, inclinato circa 60° verso Ovest. Questa porzione di superficie erosiva in origine si raccordava, senza soluzione di continuità, al tratto con inclinazione (debasculata) prossima ai 20°, collocato oggi sul lato occidentale della forra (Stretta di Ponte Racli, cfr. Fig. 23).

Interpolando i dati di assetto primario della superficie erosiva che incide il substrato e/o le unità più an-

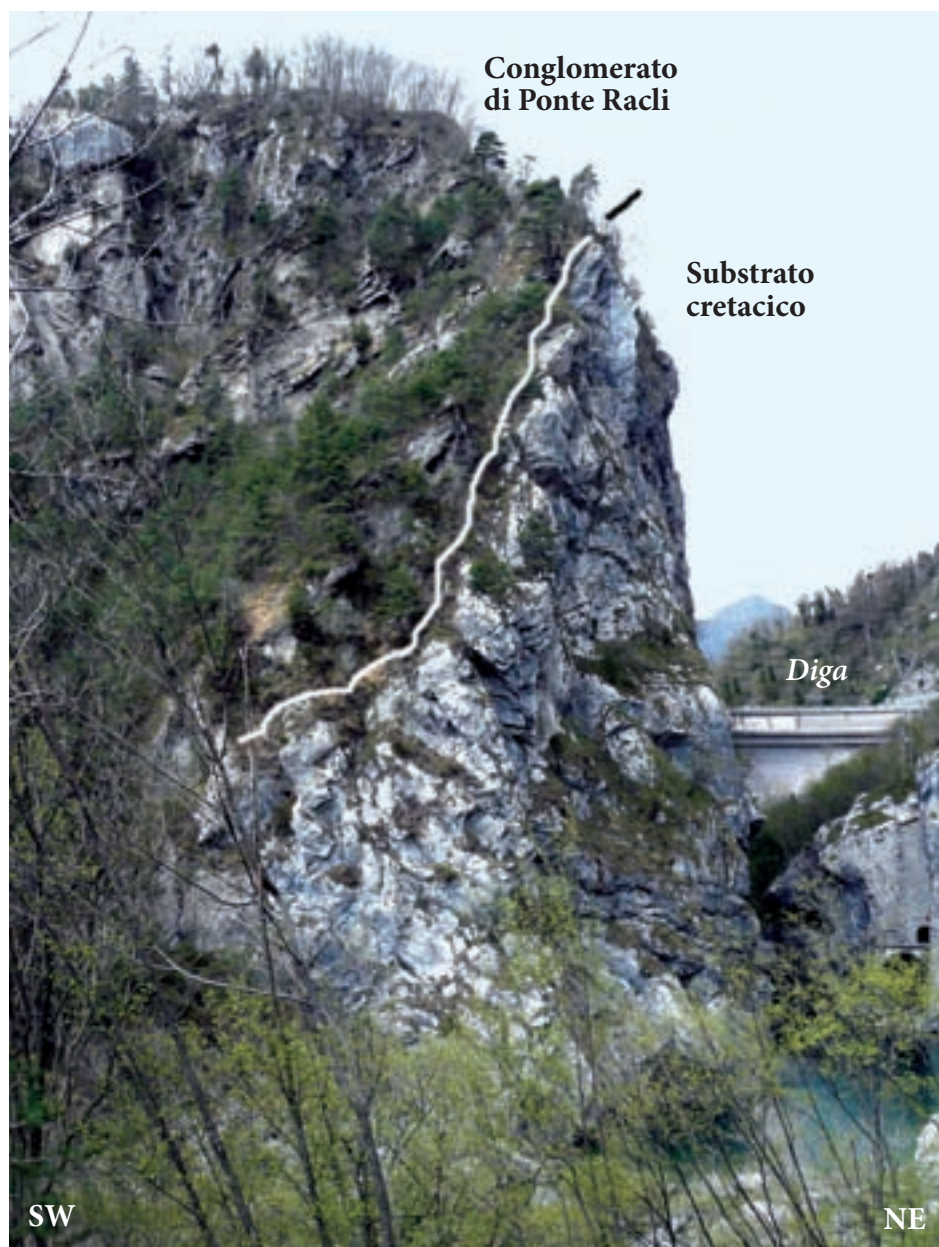



Fig. 8 - Il contatto tra il substrato carbonatico cretacico e il Conglomerato di Ponte Racli, visibilmente basculato.
- *The contact between the carbonatic cretaceous bedrock and the clearly tilted Ponte Racli Conglomerate.*

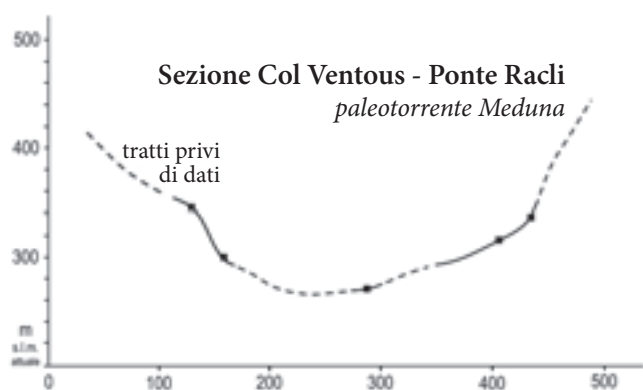



Fig. 9 - Tentativo di ricostruzione della morfologia del paleosolco del Torrente Meduna durante la fase che ha preceduto la deposizione del Conglomerato di Ponte Racli.
- *Supposed reconstruction of the Torrent Meduna palaeochannel morphology throughout the period that preceded the Ponte Racli Conglomerate deposition.*

tiche (Conglomerato di Case Del Bianco), si ottiene la sezione del profilo vallivo originario, prodotta durante una fase erosiva fluviale immediatamente precedente alla deposizione del Conglomerato di Ponte Racli. La vallata, in corrispondenza del settore Col Ventous - Ponte Racli, aveva una larghezza prossima a 400 m (Fig. 9).

3.2.2. Analisi sedimentologica

Nel settore Col Ventous - Ponte Racli la successione clastica affiorante, preservata dalle erosioni e qui denominata Conglomerato di Ponte Racli, è complessivamente potente non meno di 100 m. Il modulo sedimentario che caratterizza il Conglomerato di Ponte Racli è regolato dalla sovrapposizione verticale di tre litofacies principali (Fig. 10) formate da prevalenti limi sovraconsolidati e areniti, da conglomerati clino-

Fig. 10 - La classica parete di Ponte Racli che mette in evidenza l'associazione di facies di ambiente fluvio-deltizio-lacustre (v. testo).
- *The classic face of Ponte Racli highlighting the fluvio–deltaic-lacustrine facies association (see text).*

Fig. 11 - Limi sovraconsolidati alternati a siltiti e sabbie localmente fluidificate (litofacies 1). Superiormente si osserva il passaggio netto alla litofacies 2.
- *Overconsolidated mud and silt alternated to locally fluidified sands (lithofacies 1). Sharp transit to the lithofacies 2 in the upper part.*

stratificati e da conglomerati sub-orizzontali (Venturini 1986).

A queste si intercala, in modo irregolare e sporadico, una quarta litofacies, ruditica molto grossolana, che compare sotto forma di orizzonti a blocchi eterometrici sub-arrotondati e arrotondati, caoticamente distribuiti in abbondante matrice ruditica sub-angolare, a cementazione intensa (diamictiti).

Le osservazioni sedimentologiche sono state effettuate in massima parte nella porzione occidentale dell'affioramento che, a motivo delle più blande deformazioni tettoniche e della migliore praticabilità dei versanti, si presta in modo ottimale alla raccolta dei relativi dati.

Litofacies 1 - Limi sovraconsolidati e areniti

Il deposito è presente sia sotto forma di livelli esclusivamente limosi e limoso-siltosi laminati, sempre sovraconsolidati (Fig. 11), con assetto sub-orizzontale,

localmente distorto o trasposto da treni di micro- e mesopieghe e micro-faglie, con fluidificazioni e contorsioni delle lamine (per carico o, più probabilmente, per scossa sismica, Cavallin & Martinis 1986), sia come limi siltosi passanti verso l'alto a siltiti ed areniti, da fini a grossolane. Lo spessore dei singoli strati limosi e limoso-sabbiosi varia da 1 a 4 cm. Sono diffuse le laminazioni piano-parallele, a volte interrotte da ripple da corrente e, molto raramente, da onda. Il trend granulometrico della litofacies, ove presente, è sempre negativo. Le areniti, a tratti debolmente cementate, sono talvolta organizzate in sottili strati gradati, con basi nette e drappi argillosi al tetto; nell'insieme le evidenze descritte le caratterizzano come i prodotti di microcorrenti di torbidità. Le stesse areniti possono formare orizzonti stratificati continui, spessi fino a 4 m.

La litofacies si ripete almeno tre volte nei circa 100 m di successione affiorante, formando orizzonti omogenei con spessori fino a 16 m (cfr. Fig. 22). I singoli orizzonti possono chiudersi lateralmente o svilupparsi senza soluzione di continuità su lunghe distanze. Al loro interno possono intercalarsi sottili episodi ruditici (da 10 cm a molti metri di spessore), confinati nella parte superiore del deposito come anticipazione dei più potenti depositi della successiva litofacies 2 che li ricopre (v. Fig. 11). I limi, campionati ai fini palinologici, si sono rivelati sterili, probabilmente a causa di una diffusa ossidazione che caratterizza il deposito.

Procedendo a monte del settore Col Ventous - Ponte Racli, proseguono diffusi e numerosi gli affioramenti di limi sovraconsolidati, tutti ubicati lungo il fondovalle, all'altezza del perimetro dell'invaso idroelettrico. La totalità degli Autori, come in precedenza segnalato, li riferisce a un riempimento lacustre tardi-würmiano, interpretazione questa non condivisa nel presente lavoro. Sulla base delle osservazioni e comparazioni sedimentologiche, si rimarca la completa corrispondenza tra la litofacies 1 - limi e areniti, presente nella sezione tipo del Conglomerato di Ponte Racli (Venturini 1986) e i depositi in prevalenza limosi, sempre sovraconsolidati, affioranti a tratti lungo il perimetro occidentale del Lago di Tramonti, fino alla località La Clevata (v. Fig. 4).

Litofacies 2 - Conglomerati clinostratificati

Queste ruditi, a cementazione mediamente tenace, formano dei corpi facilmente identificabili grazie al loro caratteristico assetto inclinato all'origine (Fig. 12). Il contatto inferiore è sempre netto, non o appena erosivo, sui depositi limoso-sabbiosi della litofacies 1. Quando si realizza sui limi, ha un andamento pressoché orizzontale (*downlap*); dove invece ricopre le areniti, caratterizzate da tassi di sedimentazione molto più elevati, può diventare eteropico.

Fig. 12 - Le tre litofacies che, in sovrapposizione reciproca e ripetizione verticale, costituiscono la sequenza base del Conglomerato di Ponte Racli.
- *The three lithofacies that form the base sequence of the Ponte Racli Conglomerate by mutual overlapping and vertical repetition.*

I singoli episodi clinostratificati hanno spessori medi di 20 cm e inclinazione massima tra 25° e 30°. La litofacies clinostratificata si ripete più volte sulla verticale con spessori vari, compresi tra 2 e 9 m. La maggior parte dei clasti è sub-angolare e angolare, con dimensioni medie comprese tra 4 e 8 cm. La frazione arrotondata e sub-arrotondata è sempre percentualmente trascurabile. Le direzioni azimutali verso le quali progradano i foreset variano, nei singoli corpi, tra N115°E, N160°E, N190°E e N220°E, evidenziando una progradazione verso i quadranti meridionali, in sintonia con un andamento del paleo-solco vallivo che già ricalcava quello attuale. Un solo dato (N40°E) appare in opposizione ai precedenti, ma è giustificabile con la posizione d'origine della fonte dei clasti e il raggio di diffusione dell'apparato (v. Interpretazione). La continuità laterale di questa litofacies è sempre alta. Passa superiormente, in modo sfumato e continuo, alla litofacies 3 (conglomerati sub-orizzontali).

Litofacies 3 - Conglomerati sub-orizzontali

Questa litofacies (Fig. 13) è volumetricamente la più rappresentata. Anch'essa, come le precedenti, si ripete più volte sulla verticale. La stratificazione originaria

Fig. 13 - Le ruditi ad assetto orizzontale del Conglomerato di Ponte Racli (litofacies 3).
- *Horizontal layers of Ponte Racli Conglomerate (lithofacies 3).*

è sub-orizzontale, con inclinazioni di pochi gradi (v. Fig. 10) che riflettono quella del paleo alveo. Lungo la medesima esposizione è visibile il contatto inferiore sulla litofacies 2 - conglomerati clinostratificati. Si tratta di un limite sfumato, con inclinazione rampante di alcuni gradi. Gli strati hanno spessori massimi di 35-45 cm e sono riuniti in set di 40-60 cm. È presente una frazione clastica ad alto indice di arrotondamento che raggiunge circa il 20% del totale. La litofacies di norma è interrotta superiormente da un contatto netto, quasi mai erosivo, sul quale si appoggiano nuovi depositi limosi e arenitici che ripropongono la litofacies 1.

Litofacies 4 - Orizzonti a blocchi eterometrici

Questa litofacies è formata da singoli episodi lenticolari dovuti all'accumulo caotico di blocchi eterometrici, da spigolosi a sub-arrotondati; presenta sempre una cementazione tenace (diamictiti). I maggiori blocchi hanno limiti stratoidi, dimensioni comprese tra 0,8 e 4 m (Fig. 14) e appartengono, assieme a quelli di taglia minore, al locale substrato mesozoico.

Lo spessore dei singoli orizzonti è variabile e raggiunge valori massimi di 6 m (affioranti). Il più impo-

Fig. 14 - Il contatto basale del Conglomerato di Ponte Racli sul substrato a tratti è marcato da un orizzonte di paleofrana (litofacies 4).
- *The base contact of Ponte Racli Conglomerate on the bedrock is locally pointed out by a palaeo-slide horizon (lithofacies 4).*

Fig. 15 - La sommità della parete rocciosa di Ponte Racli mostra alcune delle evidenze qui interpretate come effetti dovuti alla tettonica sin-sedimentaria (a). Particolari dell'immagine precedente: b) l'orizzonte a blocchi (paleofrana 3) è parte integrante del Conglomerato di Ponte Racli; c) un ulteriore orizzonte di frana subacquea.
- *The upper part of the Ponte Racli rock-wall shows some clues here interpreted as results of syn-sedimentary tectonics (a). Details of previous figure: b) blocky horizon (palaeoslide 3) is an essential part of Ponte Racli Conglomerate; c) another horizon of subacqueous landslide.*

nente tra essi si osserva verso la sommità dell'affioramento. La base dei singoli livelli è a tratti blandamente erosiva. I blocchi sono dispersi in matrice ghiaiosa o ghiaioso-sabbiosa (ma si tratta sempre di pietrisco a spigoli vivi), a tratti molto abbondante.

Questo tipo di deposito si ripete, con spessori degni di nota, per almeno tre volte lungo l'intera successione, senza contare gli episodi metrici e sub-metrici ancor più frequenti, costituiti in genere da materiale meno grossolano. A prescindere dallo spessore dei singoli episodi, questa particolare litofacies è caratterizzata sempre da un'alta disorganizzazione interna, una bassa maturità tessiturale e da consistenti variazioni laterali di spessore (corpi lenticolari) su distanze che possono variare da una decina ad alcune centinaia di metri.

Degni di nota sono il primo e l'ultimo dei tre maggiori episodi di frana subacquea presenti nel Conglomerato di Ponte Racli dell'omonimo settore. Il primo (v. Fig. 14) è collocato alla base del litosoma, in con-

tatto discordante sul substrato calcareo intensamente cataclasato e profondamente inciso. L'ultimo, in posizione stratigrafica pressoché sommitale (Figg. 15a, b, c), ricopre la litofacies 3 con un contatto che a tratti ha sviluppato una percepibile, seppur blanda erosione.

In passato questa litofacies è stata interpretata come una diamictite di origine glaciale (propaggini di accumuli morenici frontali, *sensu* VENTURINI 1986), intercalata ai prodotti clastici fini (litofacies 1-3), a loro volta interpretati come depositi fluvio-glaciali (deltizio-lacustri) che avrebbero assecondato periodiche micro-oscillazioni della fronte glaciale.

Per gli stessi episodi il medesimo Autore ha avanzato in parallelo l'ipotesi di una messa in posto per colata gravitativa subacquea e/o per frana subaerea, pur preferendo l'ipotesi dell'accumulo morenico. I presenti e più approfonditi rilievi, farebbero propendere per un meccanismo di accumulo esclusivamente gravitativo. Ne risentirà anche l'attribuzione stratigrafica del litosoma.

Interpretazione

Nella successione di Col Ventous - Ponte Racli si riconosce una sequenza di litofacies ripetuta più volte sulla verticale (Fig. 16). Le tre litofacies descritte, passanti verticalmente una all'altra, rappresentano nell'ordine gli strati di *bottomset* (litofacies 1), di foreset (litofacies 2) e di *topset* (litofacies 3). Analizzate come associazione di litofacies (1-2-3) risultano rappresentative di un ambiente fluvio-deltizio-lacustre (VENTURINI 1986).

Sono almeno tre le sequenze preservate e compiutamente leggibili nel settore orientale del nucleo affiorante (Fig. 17), dove le sovraimpressioni tettoniche si limitano a basculamenti con inclinazioni non superiori ai 12°. L'ambiente lacustre si affermò, in più riprese, modificando un contesto deposizionale dominato dagli apporti fluviali di fondovalle del paleotorrente Meduna.

Le profondità degli invasi lacustri, ricavate sulla base dei dati preservati in questo settore, raggiunsero al massimo i 9 m (altezza massima dei foreset della litofacies 2). Le alimentazioni deltizie e lacustri - valutate in base alle direzioni di avanzamento dei depositi ruditici clinostratificati che progradavano verso i quadranti meridionali (N115°-220°E) - derivavano da apporti locali, collocati in gran parte lungo il versante destro della vallata.

Provenivano verosimilmente dalla zona del Ciucul Taront, 1 km a NW di Ponte Racli, sede di elevato dissesto tettonico del substrato roccioso, segnato dalla presenza di un'estesa fascia cataclastica. Un ulteriore apporto, nettamente subordinato ai precedenti, progradava verso NE (N40°E) e poteva derivare dalla zona, altrettanto instabile, denominata Gravis di Trep, collocata 1 km a SW degli affioramenti oggetto d'indagine.

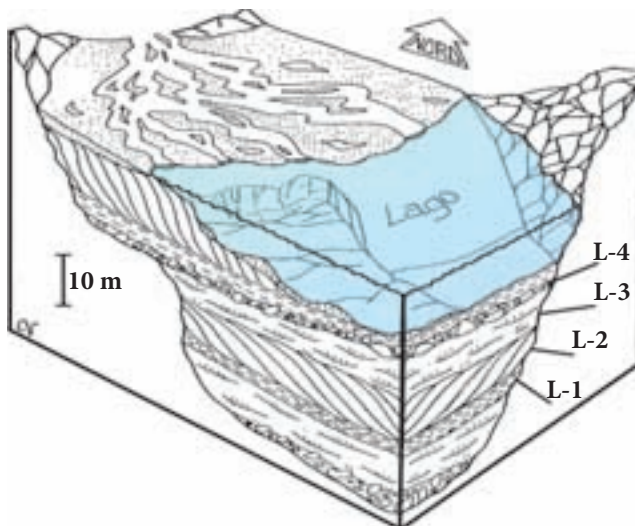



Fig. 16 - Ricostruzione paleoambientale riferita alla deposizione del Conglomerato di Ponte Racli (da VENTURINI 1986, modif.).
- *Palaeo-environmental reconstruction related to Ponte Racli Conglomerate deposition (from VENTURINI 1986, modif.).*

A margine dell'interpretazione sedimentologica, si possono avanzare alcune considerazioni volte all'individuazione delle possibili cause che hanno prodotto la periodica formazione degli invasi lacustri, utili quindi alla formulazione della possibile evoluzione del settore.

A tal proposito, VENTURINI (1986) suggerisce il ravvicinato innesco di episodi franosi che, attivandosi a Sud di Ponte Racli, avrebbero occluso la vallata (postulata più stretta dell'attuale), determinando i ricorrenti blocchi dei deflussi. Questi ultimi, in alternativa, potrebbero anche essere spiegati come la conseguenza dell'espansione del conoide del paleotorrente Muié (affluente destro del paleotorrente Meduna, ad Est di Meduno). Allo stesso modo anche questo apporto deposizionale avrebbe potuto risultare in grado di condizionare le ricorrenti interruzioni dei deflussi lungo la valle principale.

In questo ipotetico quadro di possibilità occorre comunque tenere in considerazione un dato di particolare rilevanza. L'analisi sedimentologica (v. Fig. 17) ha evidenziato che nel Conglomerato di Ponte Racli le tre sequenze fluvio-lacustri sovrapposte, solo in un caso sono separate da una superficie erosiva mentre di norma aggradano in continuità verticale.

Negli abituali contesti alluvionali intravallivi alpini e prealpini è logico ritenere che, in una successione verticale di sequenze fluvio-deltizio-lacustri, le stesse siano sempre separate da superfici erosive (terrazzamenti) espressione delle periodiche e inevitabili incisioni regressive, a loro volta conseguenza dello sfondamento dell'ostacolo che propiziava di volta in volta la formazione dell'invaso, ovvero dell'avvenuto colmamento dello stesso.

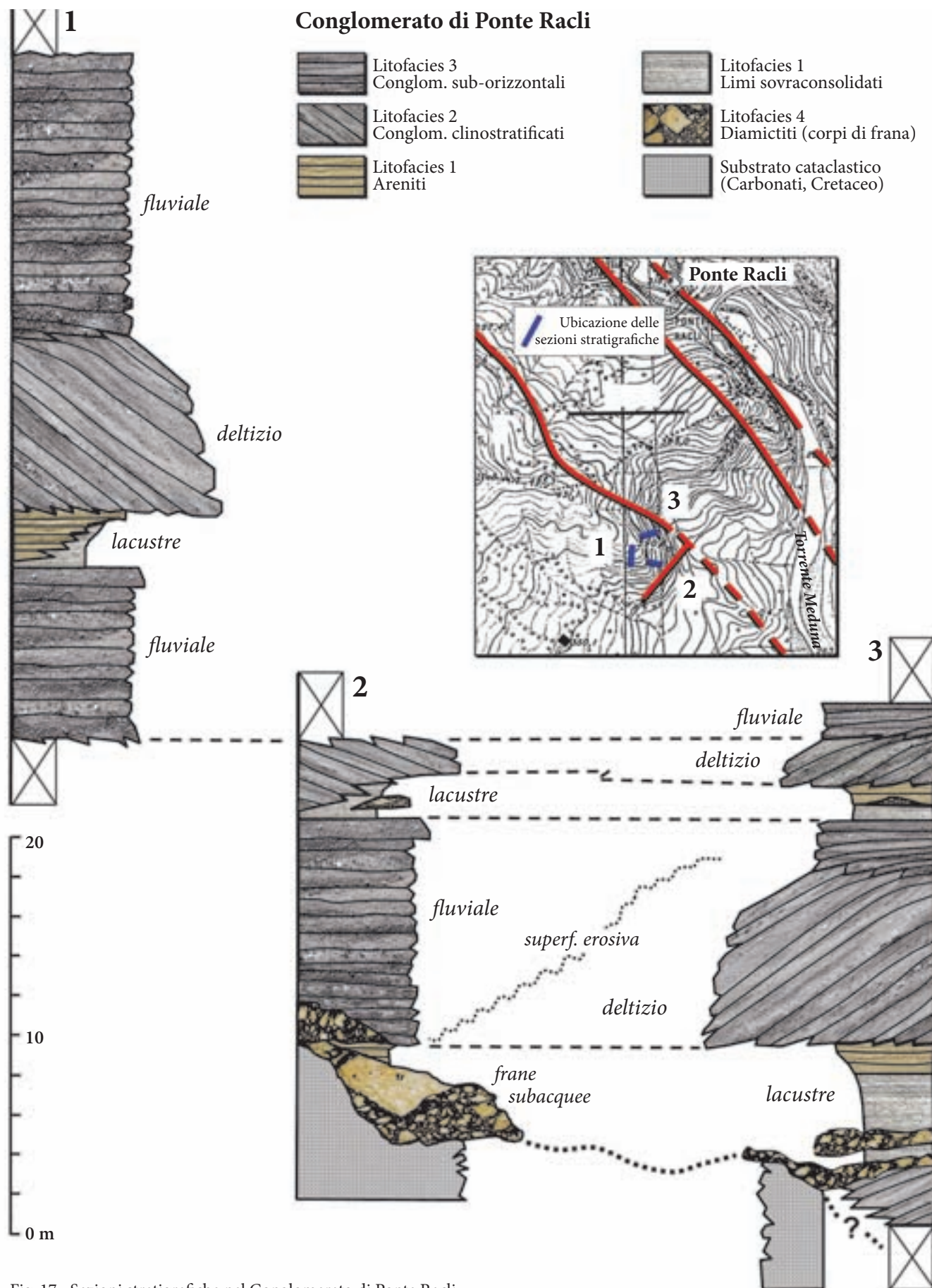



Fig. 17 - Sezioni stratigrafiche nel Conglomerato di Ponte Racli.
- *Stratigraphic sections within Ponte Racli Conglomerate.*

I circa 100 m di potenza del Conglomerato di Ponte Racli, non potrebbero essersi accumulati se, accanto alle cause locali del blocco dei deflussi (tanto per frana quanto per il presunto ampliamento di un conoide di deiezione), non fosse esistita una causa in grado di generare condizioni di sedimentazione continua, con alti tassi di deposizione. In altri termini, il riempimento clastico del fondovalle deve avere assecondato una naturale predisposizione del settore all'accomodamento sedimentario, ossia alla produzione di spazi utili ad essere riempiti da un costante richiamo di sedimento. Anche questo presupposto deve tenersi in debito conto nel momento di proporre un quadro evolutivo coerente con i dati osservati e una parallela proposta di collocazione temporale degli eventi.

Il solco del paleotorrente Meduna fa parte delle direttrici di drenaggio principale delle Prealpi Carniche, impostatesi conseguentemente al sollevamento tettonico di questa porzione esterna della catena alpina meridionale. È necessario dunque trovare una ragione plausibile capace di invertire, in modo consistente, la tendenza all'approfondimento erosivo del tracciato fluviale, iniziata nel Miocene medio e tuttora in atto.

Considerando che la surrezione delle Prealpi Carniche e la conseguente impostazione del paleotorrente Meduna iniziarono in tale epoca, e che l'approfondimento del solco fluviale dovette ricevere un incremento nel tardo Miocene sup. a causa del rapido abbassamento del livello di base mediterraneo, una transitoria inversione di tendenza risulterebbe giustificabile se collocata - come ipotesi di lavoro - durante la risalita e lo stazionamento del livello marino mediterraneo (limite Miocene-Pliocene e Pliocene s.l.).

In mancanza, per ora, di altre evidenze sulle quali basare un'ipotesi di età per il Conglomerato di Ponte Racli, questa eventualità può essere tenuta in considerazione e confrontata con quanto emerge dall'analisi deformativa effettuata sui depositi del nucleo Col Ventous - Ponte Racli.

3.3. Subsintema di Arba (Sintema di Sequals)

Il terzo e più recente litosoma clastico sviluppato lungo il fondovalle del Torrente Meduna (Avigliano et al. 2008) è formato da un materasso prevalentemente ghiaioso (Fig. 18a). Superata l'altezza di Meduno i depositi alluvionali si espandono nell'alta pianura friulana dando forma al conoide del Torrente Meduna, coalescente con quello, altrettanto noto, del Torrente Cellina. Il raggio del primo conoide alluvionale supera i 5 km, anche se nell'area qui considerata è percepibile solo l'apice dell'apparato. Il litosoma si presenta nettamente terrazzato (Fig. 18b), con l'attuale alveo del Torrente Meduna che, all'altezza dell'abitato omonimo, corre circa 60 m sotto l'ultima superficie di accrezione intercettando ovunque il substrato paleogenico (v. Fig. 18a).

Risalendo la vallata, lo smantellamento erosivo olocenico si rivela in modo molto più evidente a motivo della esigua larghezza del solco fluviale il quale, fino alle propaggini settentrionali del Lago di Tramonti, è contenuto entro poche centinaia di metri. Nel tratto vallivo più meridionale, lungo poco meno di una decina di km, l'originaria superficie accrezionale del conoide è ancora ben individuabile in corrispondenza di Navarons (320 m), alle borgate Faidona e Muinta (340 e 345 m), distanti 3,5 km dalla prima, e nelle località La Clevata e Case Tridis (385 m), entrambe ubicate lungo la sponda sinistra del lago e lontane 3 km dalle precedenti. In questo tratto intravallivo la pendenza originaria dell'apparato era pari all'1%.

Interpretazione

Il sovralluvionamento del fondovalle può essere assunto come contemporaneo alle fasi di espansione glaciale würmiana (LGM) e al suo ritiro (Stefanini 1912). Il deposito si configura, perlomeno in parte, come fluvio-glaciale e risulta generato a valle di una lingua glaciale che, a giudicare dalla distribuzione di questi depositi e seguendo l'ipotesi della maggior parte degli autori, si ritiene abbia attestato la propria fronte più avanzata tra le località Tramonti di Sopra e di Sotto, superando al massimo quest'ultima di un paio di chilometri. Questa possibilità troverebbe parziale conferma nella forma e larghezza della vallata principale, decisamente differenti a monte e a valle di Tramonti di Sotto (località La Clevata).

In questo quadro sembrerebbe assumere particolare rilevanza il presunto accumulo morenico frontale (intercettato in sondaggio meccanico) segnalato alla base dei limi lacustri da Venzo et al. (1975) e ripreso da Puzzi (1989); ipotesi che tuttavia merita di essere ridiscussa alla luce dei nuovi dati di questo lavoro. I limi affioranti in località La Clevata (v. Fig. 4) e tutti quelli presenti lungo il perimetro del lago, sia in località Faidona che nel nucleo di Ponte Racli, evidenziano caratteristiche sedimentologiche comuni. Così come sono comparabili gli orizzonti di diamictiti che ad essi si intercalano o sono presenti al letto (v. Fig. 17).

Suggeriamo che l'accumulo "morenico" di La Clevata sia anch'esso una diamictite originata per apporto di frana subacquea, rivestito da limi lacustri appartenenti, come genesi ed età, non alla successione del glacialismo würmiano, bensì al Conglomerato di Ponte Racli.

La serie di terrazzi fluviali che ha profondamente inciso il Subsintema di Arba (Sintema di Sequals) (v. Fig. 20), è l'effetto di un progressivo approfondimento dei drenaggi affermatosi durante l'Olocene e tuttora attivo nelle fasce intramontane alpine e prealpine e nei settori pedemontani dell'alta pianura friulana (Avigliano et al. 2008).

Fig. 18 - a) Alluvioni pleistoceniche sup. - oloceniche lungo le sponde del Torrente Meduna nei pressi di Meduno; b) il vistoso terrazzamento olocenico del Torrente Meduna all'altezza dell'abitato omonimo.
- *a) Upper Pleistocene-Olocene alluvial deposits along Meduna riverside, near Meduno village; b) remarkable Holocenic terrace of Meduna stream at Meduno village.*

4. Elementi tettonici e analisi cinematica

La porzione occidentale del nucleo Col Ventous - Ponte Racli ha consentito la lettura sedimentologica di dettaglio della successione stratigrafica (v. Figg. 9 e 16). Al contrario, per ricavare un'approfondita analisi deformativa, occorre fare riferimento alla porzione orientale del nucleo. Le prime indagini di questo tipo furono proposte da Carraro & Polino (1976) e, successivamente, da Venturini (1986) a margine di uno studio focalizzato sulla ricostruzione paleoambientale del settore. Questa nuova raccolta di dati, se da un lato convalida la precedente interpretazione sedimentologica, dall'altro sottolinea che il preliminare e sintetico schema tettonico proposto dall'Autore sarebbe il risultato di atti dinamici differenti e successivi nel tempo.

L'analisi tettonica aggiunge ulteriori evidenze utili a precisare il quadro evolutivo del settore. Inoltre, i dati deformativi contribuiranno a perfezionare anche il tentativo di datare indirettamente la deposizione del Conglomerato di Ponte Racli, mancando reperti che ne consentono una collocazione stratigrafica univoca.

Il dato tettonico più immediato consiste in un ampio motivo sinclinalico, asimmetrico, pluri-ettometrico che coinvolge l'intera porzione orientale dell'affioramento (Fig. 19). La struttura è evidente sia dalla strada interpoderale che da Navarons conduce verso le pendici meridionali del Col Ventous, sia percorrendo la SS 552 che sale verso Passo Rest. Il suo asse è orientato N145°E/10°SE.

L'ampia piega sinclinale è sottolineata da un "banco arenitico" la cui potenza varia tra 0,8 m e oltre 4 m; lo spessore si incrementa verso Est in ragione di 3 m ogni 100 m. A causa dell'erosione selettiva il banco sporge verso l'esterno tanto che, periodicamente, è interessato da localizzati crolli.

Il fianco sud-occidentale della piega si interrompe contro una faglia sub-verticale orientata N140°-150°E/70°-80°NE (Faglia del Col Ventous), indicata come N120°E da Venturini (1986). Verso Ovest, oltre tale struttura, la successione di Ponte Racli risente solo di limitati e concentrati effetti deformativi.

In direzione opposta, procedendo verso la Stretta di Ponte Racli e superando il nucleo della sinclinale, l'altro fianco della piega immerge circa 40° verso SW. Alla sua estremità (verso la diga) si ripresentano le faglie orientate N140°-150°/subverticali con un fitto sistema di elementi ravvicinati, qui denominati complessivamente Faglia di Meduno. Hanno affastellato i depositi del Conglomerato di Ponte Racli e il sot-

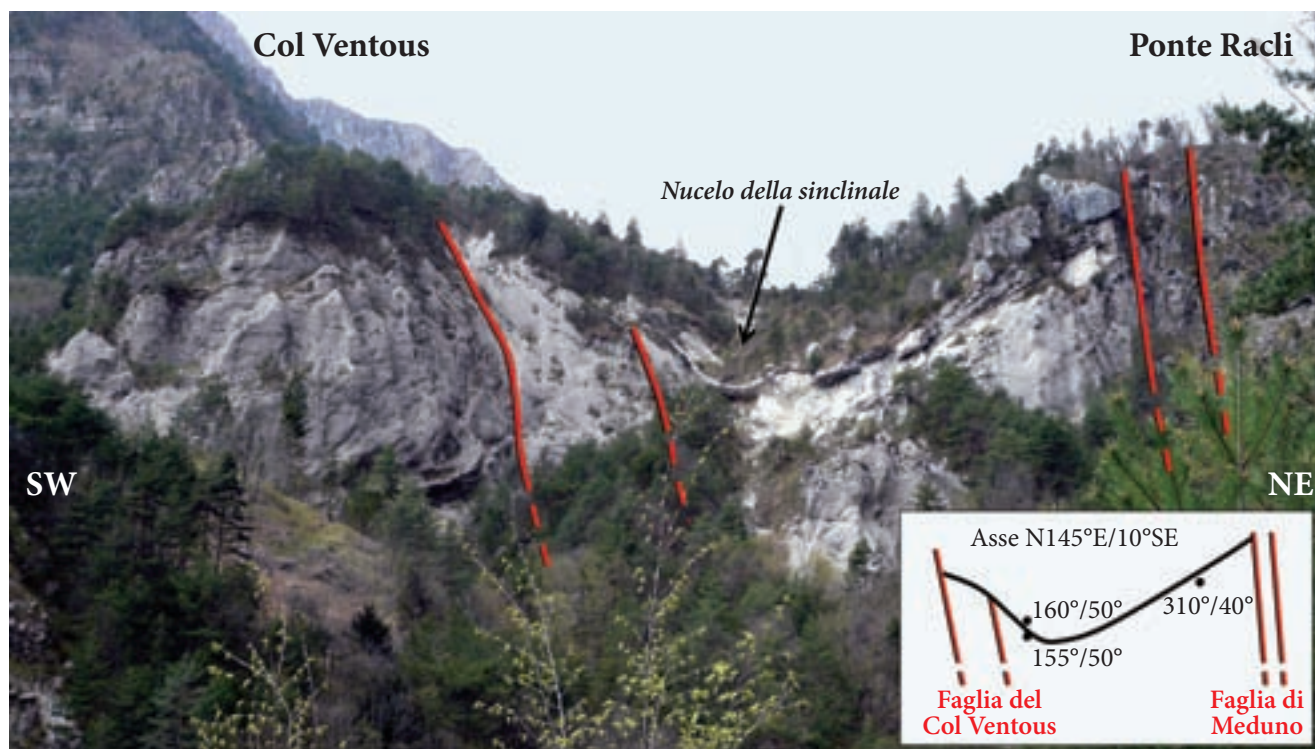



Fig. 19 - Panoramica sugli affioramenti orientali del nucleo Col Ventous - Ponte Racli. Sono messi in evidenza alcuni degli effetti legati all'attività tettonica sin-sedimentaria.
- *View of the Col Ventous - Ponte Racli nucleus eastern outcrops. Some effects of the syn-sedimentary tectonic activity are highlighted.*

tostante substrato cretacico (Fig. 20), basculandone gli assetti.

La struttura plicativa termina in corrispondenza della forra (Stretta di Ponte Racli), interamente modellata nei calcari del substrato cretacico. La forra coincide con l'ultima faglia del sistema, collocata proprio in corrispondenza della diga. Oltre tale faglia i depositi del Conglomerato di Ponte Racli riaffiorano con una ristretta plaga ad assetto nuovamente sub-orizzontale, radicata lateralmente al versante sinistro della paleovalle, anch'esso modellato nel substrato calcareo cretacico (Cap. 2.2.1.).

Osservando i contatti delle due unità di fondovalle sul substrato mesozoico-paleogenico si può notare che, tanto precedentemente alla deposizione del Conglomerato di Ponte Racli, quanto durante quella del sottostante Conglomerato di Case del Bianco, la Faglia di Meduno risultava già impostata come discriminante netta tra il substrato norico-cretacico-(eocenico) del lembo occidentale, affastellato in serrate scaglie S-vergenti, e il substrato cretacico del lembo orientale, rappresentato dalla vasta placca monoclinalica dei Monti Cereis e Chiarandeit (v. Fig. 2).

Nello stesso settore interessato dall'ampio motivo sinclinalico sono conservati altri significativi dati deformativi. Si riscontrano tanto nella successione sottostante al "banco arenitico sporgente", quanto in quella ad esso sovrastante. Il "banco arenitico", piegato ad ampia sinclinale asimmetrica, è organizzato in strati laminati che non mostrano al loro interno altre deformazioni. A sua volta il "banco arenitico" si sovrappone ad un livello di limi sovraconsolidati, areniti, sabbie e conglomerati, il cui spessore originario doveva essere di parecchi metri.

Sono queste tutte litologie intensamente trasposte in modo caotico, contrastante con la regolare giacitura del "banco arenitico sporgente" che le ricopre. A tratti, dove la deformazione è meno pervasiva, si può notare come un altro orizzonte di sabbie cementate, con spessore di 50-70 cm, appaia smembrato in blocchi stratiformi, embricati e immersi in una congerie caotica di limi contorti e ruditi disorganizzate (Fig. 21a, b).

A sua volta il "banco arenitico sporgente" è coperto da un pacco di sedimenti potente una ventina di metri (Fig. 22). Anch'esso è visibilmente deformato pur mostrando, rispetto alla successione inferiore, strutture molto più regolari. I primi 4 m sono formati da un orizzonte conglomeratico con clasti ad alto indice di arrotondamento (70% sul totale), indicativi di trasporto torrentizio parallelo al solco dell'attuale Torrente Meduna.

Seguono, in contatto stratigrafico netto, circa 10 m di prevalenti limi sovraconsolidati passanti verso l'alto, per progressive alternanze, a siltiti e limi siltosi in strati di 5-8 cm. Ad essi si intercalano rari strati rudi-

tici sottili, con clasti arrotondati (φ_m 2 cm, φ_M 8 cm) e livelli di pietrisco non superiori a 15 cm di spessore.

L'orizzonte di conglomerati fluviali e i primi metri di limi che lo ricoprono, si limitano ad assecondare il motivo sinclinalico del sottostante "banco arenitico", ma già nella porzione intermedia dei limi cominciano a riscontrarsi diffuse micropieghe con evidenti contorsioni e assetti ritorti in modo irregolare (*slump*). Le siltiti sommitali - ultimi 8-10 m di successione - appaiono invece vistosamente deformate da una piega decametrica vergente verso Est, priva di piani di clivaggio (*slump*).

La superficie erosiva di quota 400 m è rivestita da materiale sciolto formato da un pietrisco clasto-sostenuto, spigoloso e a tratti clinostratificato, interpretabile come breccia di versante (cfr. Fig. 22). Questo apporto, di età incerta, deriva dal disfacimento dell'ampia fascia cataclastica che interessa il substrato dolomitico di età triassica (Dolomia Principale). Il deposito, non cartografabile, è interpretato come successivo all'unità Conglomerato di Ponte Racli.

Procedendo verso la Stretta di Ponte Racli l'intero spessore dell'intervallo che ricopre il "banco arenitico sporgente" si appoggia in *onlap* al grande corpo lentiforme di frana (paleofrana 3) con il quale, verso Est, culmina la successione affiorante (v. Fig. 19).

Interpretazione

Dalla raccolta dei dati tettonici e sedimentologici emerge una evoluzione complessa: un contesto locale, dominato da una vivace tettonica sin-sedimentaria, che si inserisce in un quadro regionale regolato da compressioni massime che nel tempo hanno variato la loro direzione di applicazione. Alla tettonica sin-sedimentaria (Fig. 23) è ascrivibile l'attività del sistema di strutture denominato Faglia del Col Ventous (N140°-150°/70°-80°NE). Ne è scaturita una iniziale flessura di parte della successione clastica che, complici le successive compressioni, ha finito col modificarsi nel vistoso motivo sinclinalico asimmetrico che domina la parte centrale del settore Col Ventous - Ponte Racli (v. Figg. 19 e 23).

La genesi della flessura è stata preceduta e seguita da una serie di evidenze significative. I dati suggeriscono che, prima della sedimentazione del "banco arenitico", la successione ad esso sottostante è stata coinvolta in un cedimento gravitativo. Le mobilizzazioni dei limi, delle sabbie ancora scarsamente cementate e delle ghiaie, avrebbero generato contorsioni e frammentazioni, quale effetto di scivolamenti e traslazioni subacquee (Fig. 24a).

Sopra all'orizzonte deformato si è depositato il "banco arenitico" il cui spessore mostra un incremento

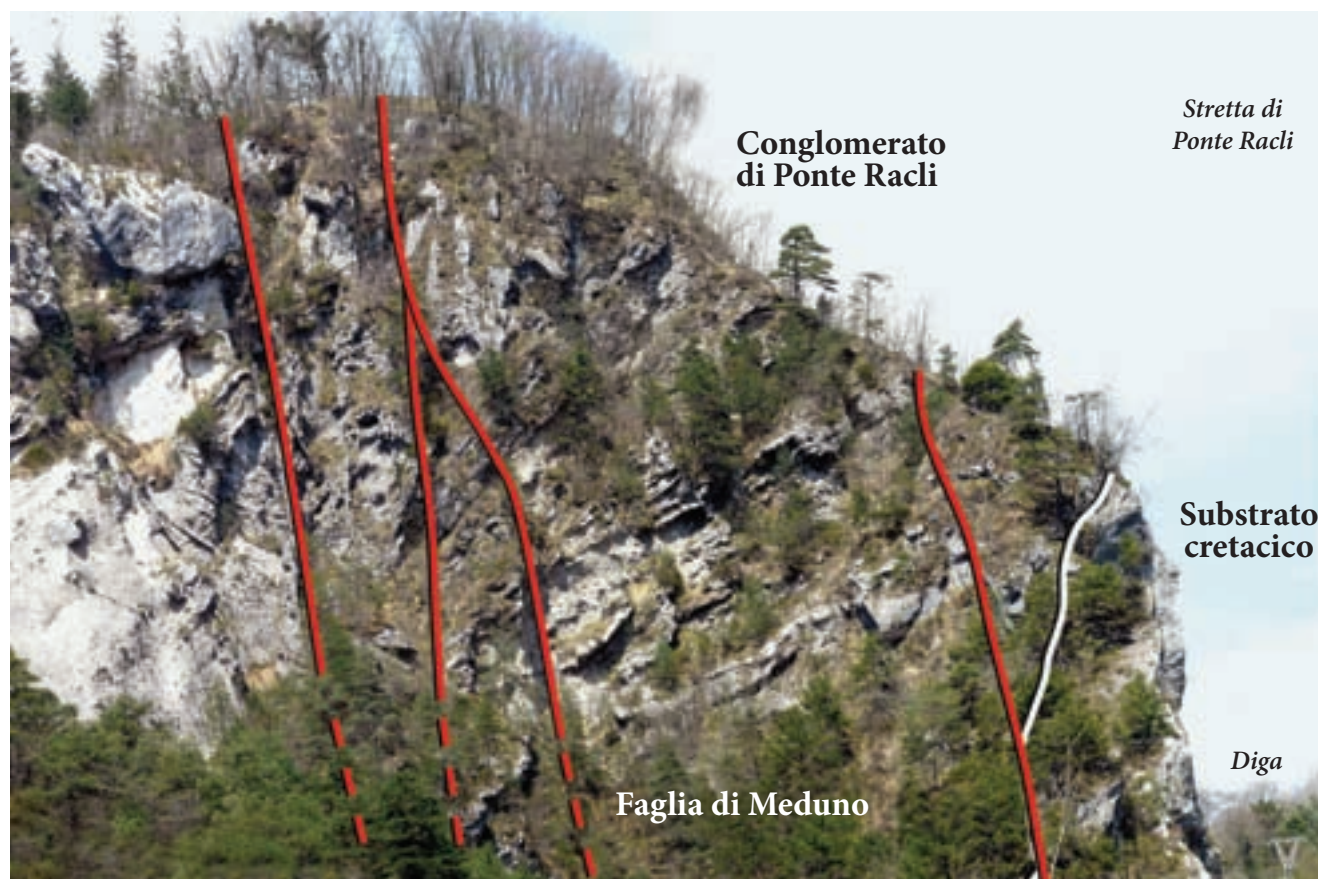



Fig. 20 - L'intensa deformazione della successione nel tratto prossimo alla Stretta di Ponte Racli.
- *The strong deformation of the succession in the stretch close to Ponte Racli narrow.*

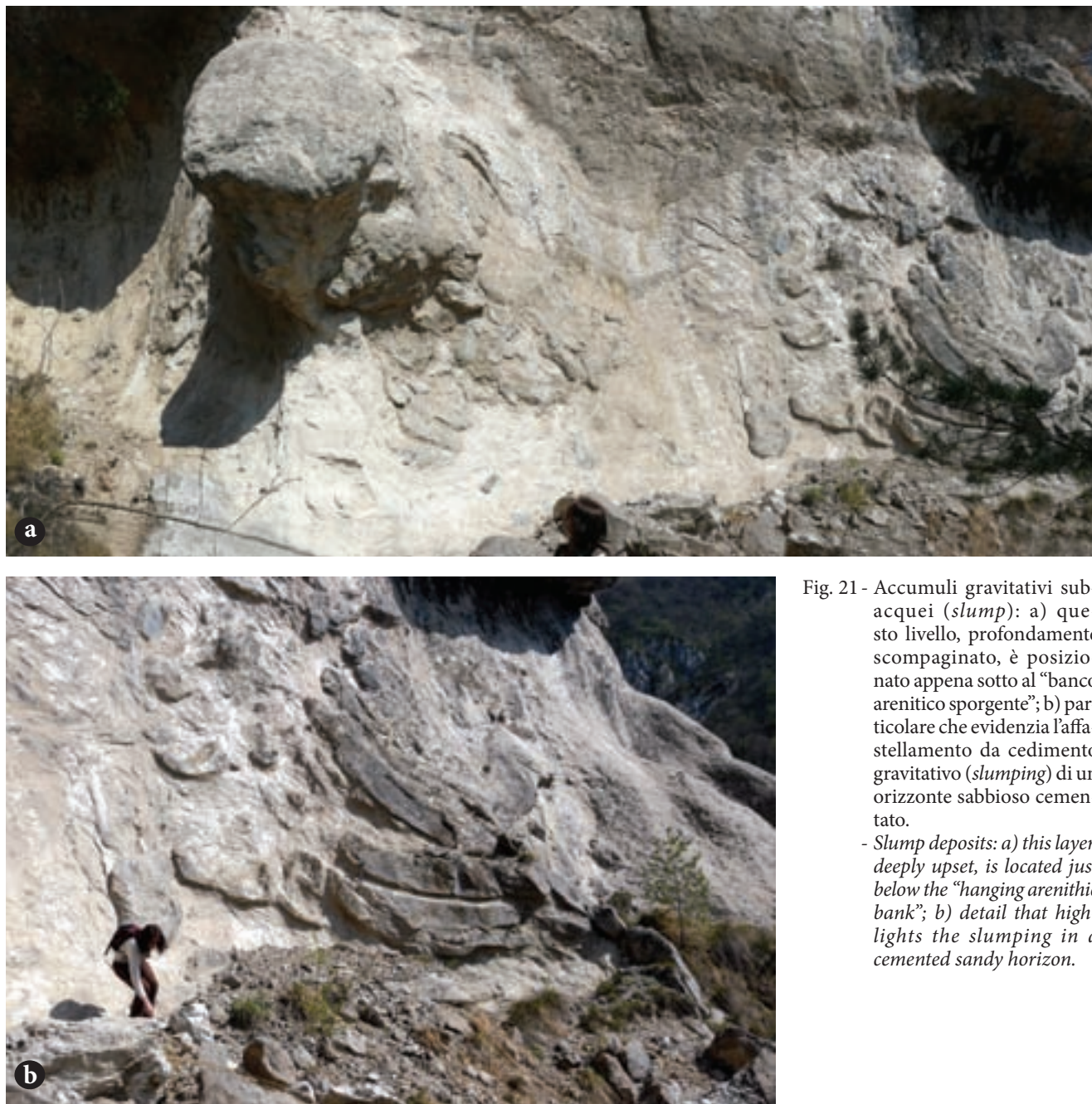



Fig. 21 - Accumuli gravitativi subacquei (*slump*): a) questo livello, profondamente scompaginato, è posizionato appena sotto al "banco arenitico sporgente"; b) particolare che evidenzia l'affastellamento da cedimento gravitativo (*slumping*) di un orizzonte sabbioso cementato.
- *Slump deposits: a) this layer, deeply upset, is located just below the "hanging arenithic bank"; b) detail that highlights the slumping in a cemented sandy horizon.*

verso NE. I due dati portano ad ipotizzare una precoce attività sin-sedimentaria dei sistemi denominati Faglia del Col Ventous e Faglia di Meduno; a spese di quest'ultimo, in un secondo tempo si svilupperà un'inversione tettonica (Fig. 24b).

La flessura del "banco arenitico" sarebbe stata innescata dall'attività distensiva della Faglia del Col Ventous. Un cospicuo accumulo di frana subacquea (litofacies 4 - Orizzonti a blocchi eterometrici) - identificato come paleofrana 3 - si è quindi sovrapposto al "banco arenitico", rimaneggiandone parzialmente la porzione sommitale (v. Figg. 15a, 15b, 19, 23 e 24).

Lo stesso corpo di frana, staccatosi dal versante del Monte Cerèis (substrato calcareo cretacico) e accumulatosi nel sottostante ambiente lacustre, potrebbe configurarsi come un logico riflesso di sismi locali indotti dall'attività tettonica sin-sedimentaria. Inoltre, si mette in evidenza che la porzione sommitale della successione terrigena sopra descritta e sovrapposta al "banco arenitico sporgente", a sua volta riveste in *onlap* l'accumulo subacqueo di frana (paleofrana 3).

Da ultimo, anche la genesi della piega decametrica (v. Fig. 22) che coinvolge questa porzione del Conglomerato di Ponte Racli, la più alta e recente tra quelle ben esposte in affioramento, è interpretabile come effetto di un cedimento gravitativo subacqueo (*slumping*) giustificato dal persistere dell'attività tettonica sin-sedimentaria.

L'abbassamento complessivo subìto in questa fase dal settore (v. Fig. 23) raggiunge la cinquantina di me-

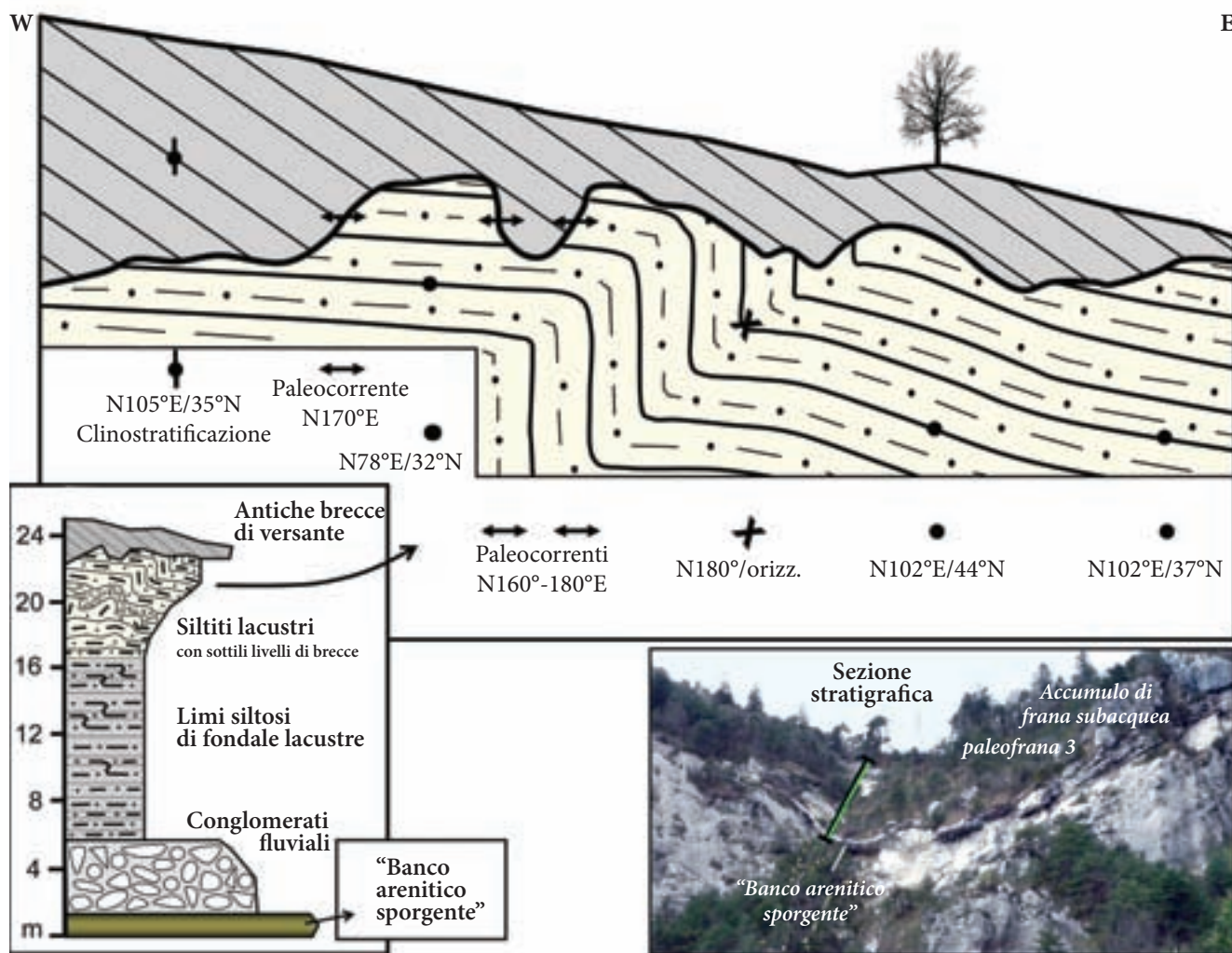



Fig. 22 - Conglomerato di Ponte Racli: successione clastica fine mobilizzata da un cedimento gravitativo subacqueo (*slumping*).
- *Ponte Racli Conglomerate: slumped fine clastic succession.*

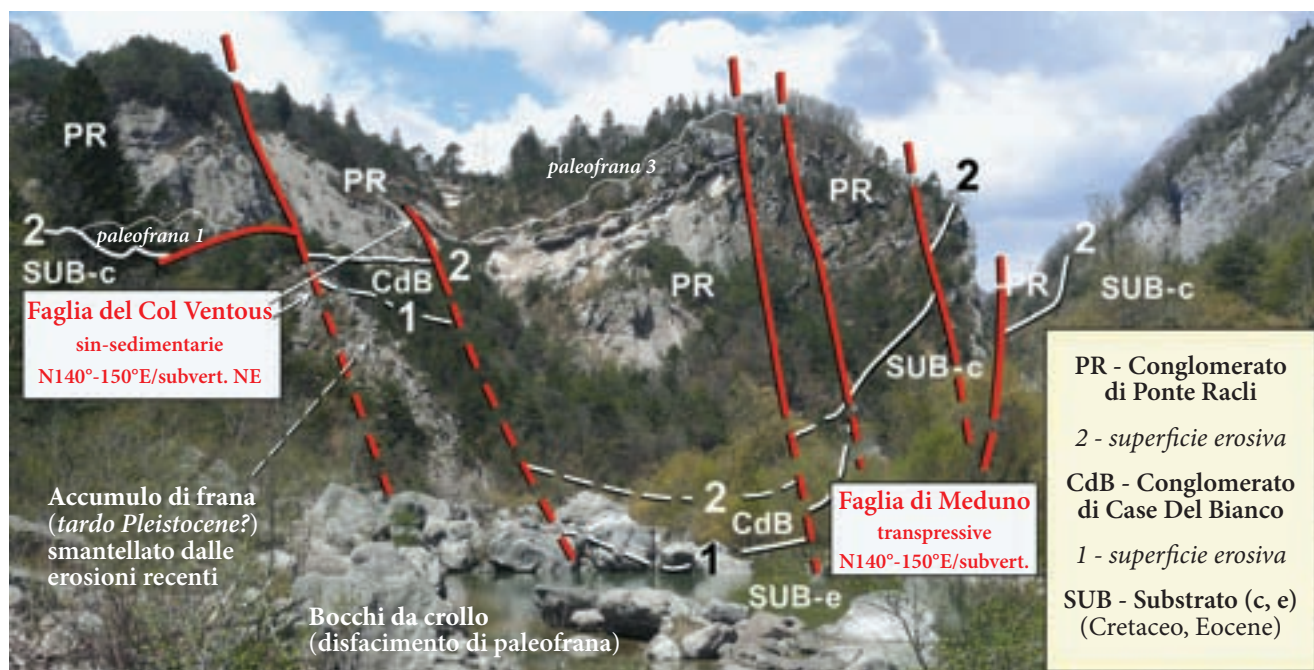



Fig. 23 - Panoramica dell'affioramento Col Ventous - Ponte Racli letto in chiave tettonica.
- *View of Col Ventous - Ponte Racli outcrop with tectonic interpretation.*

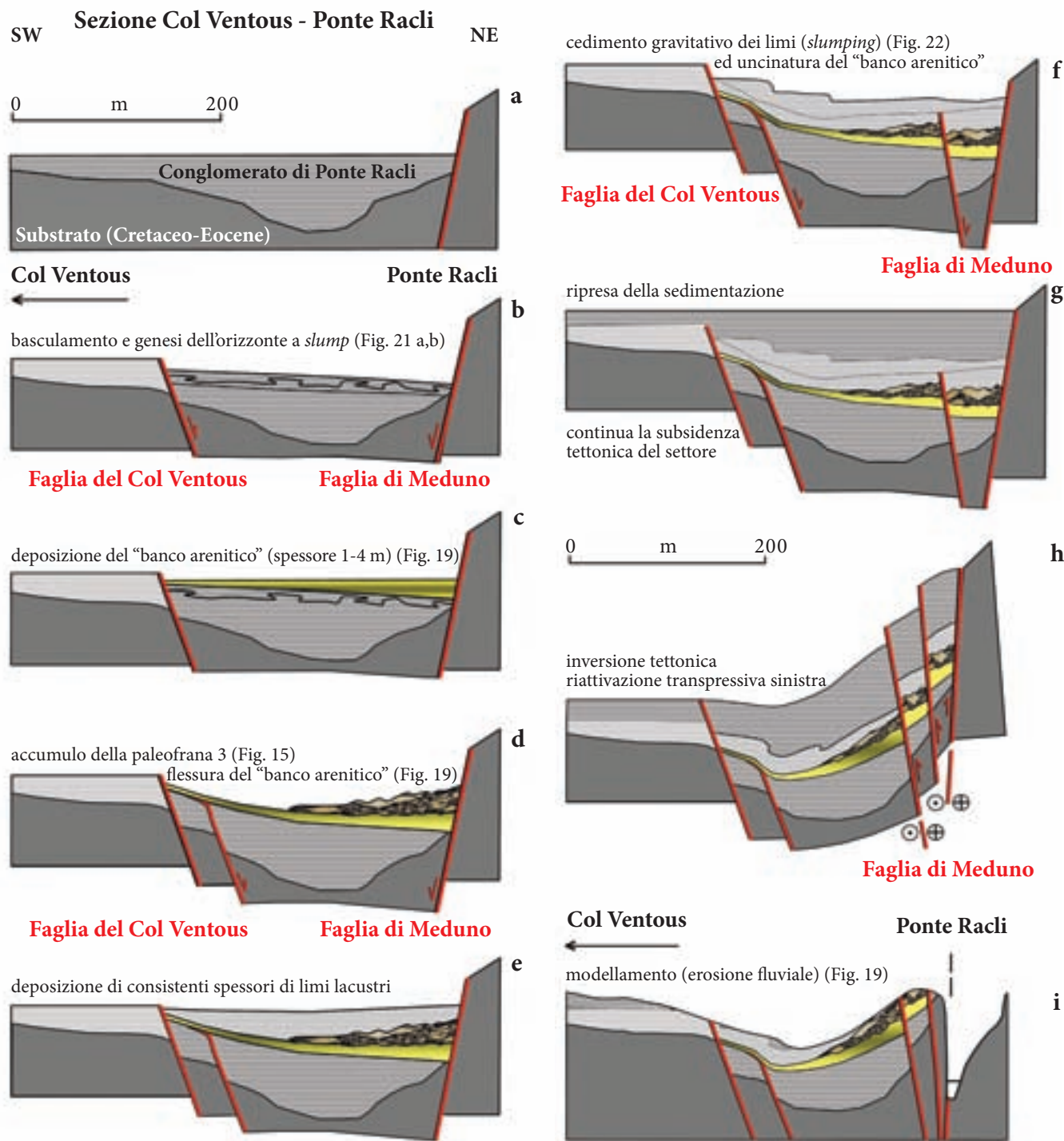



Fig. 24 - Ricostruzione delle tappe evolutive del settore Col Ventous - Ponte Racli durante e successivamente alla deposizione del Conglomerato di Ponte Racli. Le età dei singoli momenti evolutivi sono state omesse in mancanza di datazioni certe (v. Conclusioni). In scuro il substrato meso-cenozoico.
- *Col Ventous - Ponte Racli area evolution steps during and after the Ponte Racli Conglomerate deposition. Lacking any certain dating, the age of each step has been omitted (see Conclusion). In dark grey the Meso-Paleogenic bedrock.*

tri. Le deformazioni registrate all'interno dei singoli livelli stratigrafici coinvolti nel blando, ampio piegamento sinclinalico, sembrano dunque il riflesso di una successione di movimenti sin-sedimentari discreti, successivi nel tempo.

I due sistemi di strutture fragili (Faglia del Col Ventous e Faglia di Meduno) con il proprio precoce ruolo tettonico sin-sedimentario avrebbero dunque contribuito a creare spazio utile all'alloggiamento delle potenti clastiti del Conglomerato di Ponte Racli.

In un secondo tempo, il sistema di strutture Faglia di Meduno si riattivò in senso compressivo (per probabile transpressione sinistra, v. oltre). Lo sviluppo in pianta di quest'ultimo fascio di strutture ravvicinate coincide

con il solco morfologico della Val Meduna, nel tratto da Ponte Racli a Pitagora. In questa fase, al contrario, la Faglia del Col Ventous risulta esente da riattivazioni.

La stessa vistosa piega sinclinale, aperta e debolmente asimmetrica, con asse orientato N145°E/10°SE, inizialmente enucleatasi come semplice flessura in risposta all'attivazione sin-sedimentaria della Faglia del Col Ventous (v. Figg. 19 e 24a), è qui interpretata come l'effetto combinato della successiva inversione tettonica applicata alla Faglia di Meduno.

Pur senza l'evidenza di indicatori cinematici, si avanza l'ipotesi che le geometrie delle deformazioni compressive, successive alla fase tettonica estensionale, potrebbero essere state prodotte da un'attività transpressiva del sistema di strutture denominato Faglia di Meduno.

A conclusione di questa nota si cerca di inquadrare l'insieme dei dati sedimentologici e tettonici sopra discussi (estensionali e compressivi), tentando di inserirli in un quadro cinematico regionale in grado di giustificarli. È un modo per cercare, indirettamente, di dare un'età al Conglomerato di Ponte Racli, il soggetto principale di questo lavoro.

Dal Miocene ad oggi l'area prealpina oggetto di questa indagine (v. Fig. 2) è stata interessata dall'applicazione continua di sforzi compressivi massimi che hanno ruotato la loro direzione di applicazione, nel tempo e nello spazio, oscillando tra le orientazioni N-S (NNW–SSE) e NW–SE (Caputo et al. 2003).

Una parte dei dati rilevati nel settore Col Ventous - Ponte Racli, qui discussi e interpretati come tettonici sin-sedimentari, si sarebbero generati in un quadro dinamico estensionale (o trastensivo), attivo a scala locale ed inquadrabile in un contesto regionale compressivo. Una tale evoluzione appare congruente con l'applicazione di uno sforzo massimo orientato circa NNW-SSE (Fig. 25a), caratteristico del Miocene superiore.

La riattivazione in transpressione sinistra della Faglia di Meduno, con il conseguente raccorciamento del settore Ponte Racli, può essere spiegata come un effetto dovuto alla rotazione antioraria dello sforzo compressivo massimo (Fig. 25b) il quale, durante la successiva fase compressiva (Pliocene), si sarebbe attestato sulla direzione NW-SE (Caputo et al. 2003).

Sulla base di queste considerazioni al Conglomerato di Ponte Racli dovrebbe attribuirsi un'età non più recente del Pliocene inf.

5. Conclusioni

I singoli eventi - deposizionali, erosivi e deformativi - registrati nella successione clastica che riveste il fondovalle della Val Meduna (segmento Tramonti di Sotto - Meduno) sono stati ordinati secondo una cronologia relativa. L'ulteriore tentativo è stato quello di proporre per gli eventi stessi una collocazione tempo-

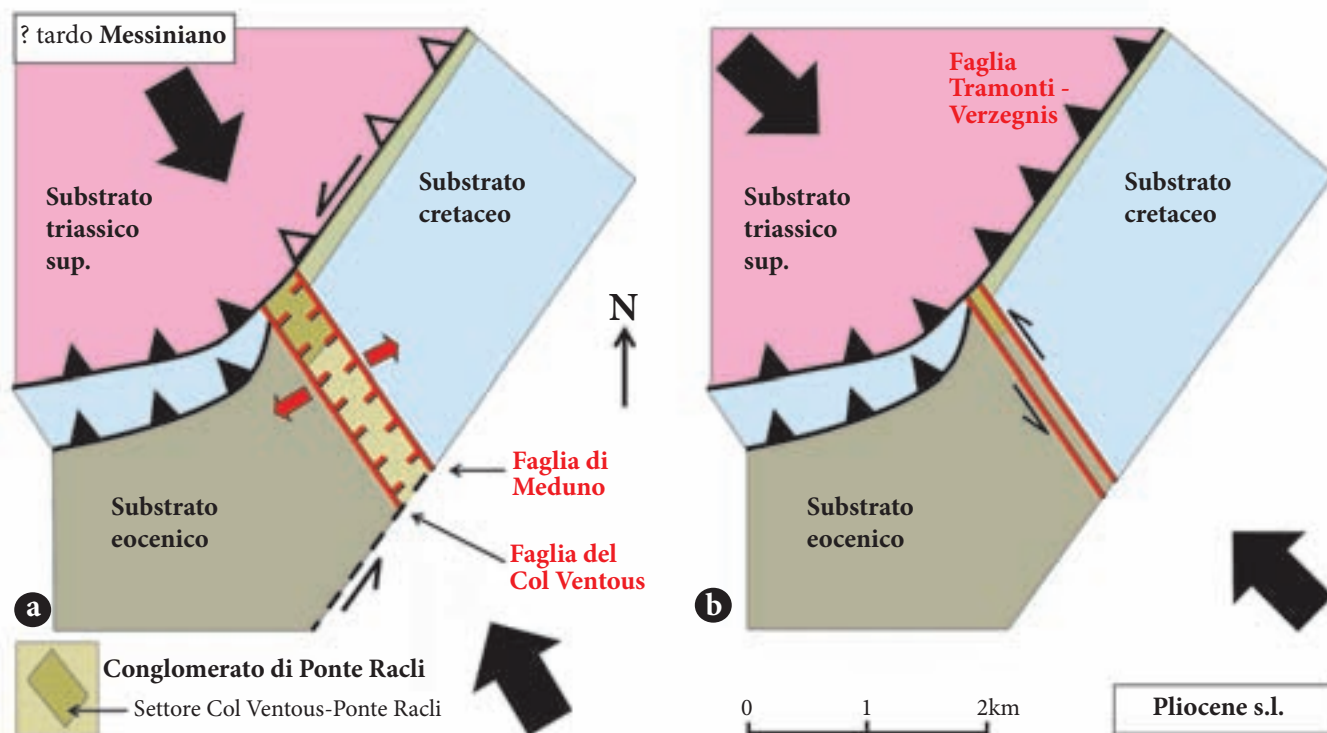



Fig. 25 - Tentativo di collocazione temporale degli eventi deposizionali e deformativi (v. testo) del settore Col Ventous - Ponte Racli. È stata ottenuta dal confronto con gli sforzi deformativi regionali (fase neoalpina Auct.) desunti dalla letteratura.
- *Attempt of temporal reconstruction of Col Ventous - Ponte Racli depositional and tectonic events (see text). It has been attained comparing regional compressional stresses (Neoalpine phase Auct.) as inferred by literature.*

rale che è stata basata sull'analisi degli atti dinamici che hanno influenzato gli assetti della successione e in modo più specifico quelli del Conglomerato di Ponte Racli). L'insieme delle deformazioni osservate deve necessariamente collocarsi nel quadro cinematico regionale fornito dalla letteratura. Tale palinsesto deformativo prevede l'avvicendamento nel tempo di sforzi compressivi massimi orientati rispettivamente circa NNW-SSE (Miocene medio-superiore) e circa NW-SE (Pliocene s.l.).

Seguendo l'approccio appena descritto, si sviluppa la seguente successione di eventi che, alla luce delle attuali conoscenze e in assenza di reperti paleontologici e/o di datazioni assolute, può anche essere tentativamente riferita a una griglia temporale.

1. Miocene medio-sup.

In risposta ai precoci sollevamenti del comparto prealpino friulano, si imposta il paleosolco della Val Meduna. Nella sua parte inferiore (segmento Tramonti-Meduno) ricalcherà l'andamento di due elementi tettonici fragili di primaria importanza: la Faglia Tramonti-Verzegnis, orientata NE-SW (Venturini 1990b; Bressan et al. 1998, 2003) e la Faglia di Meduno, orientata NNW-SSE (v. Fig. 2). L'approfondimento del solco fluviale inizialmente si configura come la logica conseguenza del rapido sollevamento tettonico delle Prealpi Carniche (fase neoalpina, compressioni da N-S a NNE-SSW, confinabili nel Serravalliano-Tortoniano.

2. Miocene ?sup.

Nella fascia di fondovalle, tra Meduno e Tramonti di Sotto, l'approfondimento erosivo è interrotto da una netta propensione al sovralluvionamento. È probabile - ma non certo - che durante questa fase si sia accumulato il Conglomerato di Case Del Bianco, un deposito di ambiente fluviale il cui spessore non è inferiore a 150 m. L'età resta largamente incerta.

3. Miocene sup. (?Messiniano)

Si innesca un'intensa fase erosiva che favorisce la profonda incisione fluviale del Conglomerato di Case Del Bianco e ne risparmia solo sparsi lembi residuali. La sua età d'affermazione potrebbe collocarsi nel tardo Messiniano e potrebbe essere stata enfatizzata dal calo del livello di base mediterraneo.

4. Miocene sup. (?Messiniano)

Si inverte la tendenza e l'area di studio entra in una fase di pronunciato sovralluvionamento. Nel settore tra Meduno e Tramonti si attivano dei movimenti tettonici sin-sedimentari che, oltre a richiamare una discreta quantità di apporti terrigeni (Conglomerato di Ponte Racli), innescano deformazioni, frane subacquee (lacustri) e diffusi scivolamenti gravitativi (v. Fig. 24). Nel fondovalle si accumula il Conglomerato di Ponte Racli la cui potenza in origine eguagliava e probabilmente superava i circa 100 m oggi accertabili.

I relativi depositi alluvionali (fluvio-deltizio-lacustri), ai quali si intercalano gli orizzonti di frana subacquea, rivestono l'irregolare superficie erosiva prodottasi durante la precedente fase evolutiva. Le distensioni, che attivano un doppio sistema di faglie dirette orientate N140°-150°E/subvert. (Faglia del Col Ventous e Faglia di Meduno), sono interpretate come la risposta locale alla compressione orientata NNW-SSE (v. Fig. 25a). L'età dell'evento, sulla base dell'azione delle compressioni NNW-SSE (Caputo et al., 2003), dovrebbe essere confinata entro il Miocene sommitale.

5. Pliocene s.l.

Il vettore di sforzo compressivo massimo ruota e si attesta, a scala regionale, sulla direzione NW–SE (Venturini 1990b, 2009; Laüfer 1996; Caputo et al. 2003). Il sistema di strutture ravvicinate denominate Faglia di Meduno si riattiva in transpressione sinistra. Contemporaneamente la Faglia Tramonti-Verzegnis (N50°E), che durante la fase compressiva precedente ha fatto da svincolo e da rampa laterale alla Linea Barcis-Starasella (Sovrascorrimento Periadriatico), si riattiva con ruolo compressivo puro.

L'intero comparto subisce un generalizzato sollevamento che innesca un'intensa e prolungata erosione del Conglomerato di Ponte Racli. Residui di tali erosioni, di presunta età pliocenica, sono dati da paleosolchi fluviali orientati N160°-180°E (v. Fig. 22) presenti alla sommità degli affioramenti. Sono rivestiti da brecce di versante e si collocano circa 150 m sopra il fondovalle attuale.

6. ?Pleistocene

Il Conglomerato di Ponte Racli continua a subire intense erosioni fluviali che, lungo il corso del Torrente Meduna, hanno risparmiato solo il nucleo Col Ventous - Ponte Racli e alcuni sparsi orizzonti di limi basali oggi affioranti lungo il perimetro del Lago di Tramonti. Si sviluppa l'attuale alveo in forra (Stretta di Ponte Racli) che corre parallelo al solco di età miocenica (v. Fig. 24b). Ad esso si deve la preservazione dei depositi di fondovalle di Col Ventous - Ponte Racli, risparmiati da più recenti erosioni. La ragione che ha portato all'incisione del nuovo alveo, collocato a distanza di meno di 200 m dal precedente ed interamente approfondito nel substrato calcareo, può essere imputabile allo sviluppo di una intensa fatturazione generata dalla riattivazione in transpressione sinistra della Faglia di Meduno (punto 5).

7. Pleistocene Sup. - Olocene inf.

Una nuova fase deposizionale porta alla formazione del Subsintema di Arba (Sintema di Sequals), un con-

sistente materasso alluvionale fluvio-glaciale e fluviale di sicura età würmiana e tardi-würmiana (Stefanini, 1912) la cui età è estendibile all'Olocene inf. (Avigliano et al. 2008). Il deposito è collegato all'avanzata di una lingua glaciale, transfluente attraverso il Passo Rest, che potrebbe avere raggiunto - come estensione massima - la media Val Meduna, superando appena la posizione oggi occupata dal paese di Tramonti di Sotto e fermandosi poco prima della località La Clevata. A tal proposito si segnala che i depositi grossolani (brecce cementate e accumulo a grandi blocchi) sparsi lungo un tratto d'alveo appena a valle della Stretta di Ponte Racli, non sono interpretabili come residui di accumuli glaciali frontali (v. Fig. 23), ma come rielaborazione e crolli di porzioni delle paleofrane facenti parte del Conglomerato di Ponte Racli.

8. Olocene

L'evoluzione del settore d'indagine termina con l'affermazione di una fase erosiva olocenica responsabile del marcato terrazzamento delle ghiaie del Subsintema di Arba (Sintema di Sequals). Nell'area d'indagine (v. Fig. 18b) ha finito con l'intercettare il substrato meso-cenozoico incidendolo in profondità.

Manoscritto pervenuto il 3.XII.2013, approvato il 9.XII.2013.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento al prof. G.B. Carulli per gli utili consigli. La pubblicazione è realizzata con contributo Fondi PRIN n. 2010AZR98L_002.

Bibliografia

Avigliano, R., G. Monegato & G. Paiero. 2008. Successione continentale pliocenico-quaternaria. In *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 065 Maniago*, cur. A. Zanferrari, 76-134. Tavagnacco (UD): Servizio Geologico d'Italia.

Bressan, G., F. Snidarcig & C. Venturini. 1998. Present state of tectonic stress of the Friuli area (eastern Southern Alps). *Tectonophysics* 292: 211-27.

Bressan, G., P.L. Bragato & C. Venturini. 2003. Stress and strain tensors based on focal mechanisms in the seismotectonic framework of the Friuli-Venezia Giulia Region (Northeastern Italy). *Bull. Seism. Soc. Am.* 93, n. 3: 1280-97.

Caputo, R., M.E. Poli & A. Zanferrari. 2003. Neogene-Quaternary Twist Tectonics in the Eastern Southern Alps, Italy. In *Transalp Conference Ext. Abstracts*, 155-8. Padova: Mem. Sc. Geol. 54 (vol. spec.).

Carraro, F., & R. Polino. 1976. Vistose deformazioni di depositi fluviolacustri quaternari a Ponte Racli (Valle del T. Meduna - Prov. di Pordenone). *Quad. Gruppo St. Quatern. Padano* 3: 27-30.

Carulli, G.B., A. Cozzi, G. Longo Salvador, E. Pernarcic, F. Podda & M. Ponton. 2000. *Geologia delle Prealpi Carniche. Carta Geologica alla scala 1:50.000 e Note Illustrative*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 44: 48 pp.

Castellarin, A., L. Cantelli, A.M. Fesce, J.L. Mercier, V. Picotti, G.A. Pini, G. Prosser & L. Selli. 1992. Alpine compressional tectonics in the Southern Alps. Relationships with the N-Apennines. *Ann. Tect.* 6 (1): 62-94.

Castellarin, A., & L. Cantelli. 2000. Neo-Alpine evolution of the Southern Eastern Alps. *Journ. Geodyn*. 30: 251-74.

Cavallin, A. 1976. Osservazioni sulla tettonica nella Conca di Tramonti (Prealpi Carniche). *Riv. Ital. Paleont. Strat.* 88, n. 2: 285-92.

Cavallin, A., & B. Martinis. 1981. Il bacino lacustre della conca di Tramonti (Prealpi Carniche). *In Alto* 63: 1-17.

Cavallin, A, & B. Martinis. 1986. Le sismiti nelle Prealpi friulane. In Alto 68: 104-13.

Comel, A. 1955. Monografia sui terreni della pianura friulana. II. Genesi della pianura centrale connessa all'antico sistema fluvioglaciale del Tagliamento. *Nuovi Ann. Ist. Chim. Agr. Sperim. Gorizia* 6: 216 pp.

Croce, D., & F. Vaia. 1986. Aspetti geomorfologici dell'Anfiteatro Tilaventino (Friuli). *Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat.* 7: 5-36.

Dalla Vecchia, F.M., & M. Rustioni. 1996. Mammalian trackways in the Conglomerato di Osoppo (Udine, NE Italy) and their contribution to its age determination. *Mem. Sc. Geol*. 48: 231-32.

Discenza, K., & C. Venturini. 2003. Evoluzione strutturale neoalpina del settore compreso fra Paluzza, Arta e Paularo (Alpi Carniche centrali). *Mem. Soc. Geol. It*. 57: 259-272.

Feruglio, E. 1923. L'altipiano carsico del Ciaorlècc nel Friuli. *Mondo Sotterraneo* 18, n. 4-6 -19, n. 1-3: 1-92.

Feruglio, E. 1929. Nuove ricerche sul Quaternario del Friuli. *Giorn. Geol.* 4: 1-36.

Gortani, M. 1959. Carta della glaciazione würmiana in Friuli. Rend. *Atti Accad. Sc. Ist. Bologna* s. 11, 6: 1-11.

Laüfer, A.L. 1996. Variscan and Alpine Tectonometamorphic Evolution of the Carnic Alps (Southern Alps) - Structural Analysis, Illite Cristallinity, K-Ar and Ar-Ar geocronology. *Tübinger Geow. Arbeiten* A26 (102S): 40 pp.

Paronuzzi, P., & P. Spadea. 1986. Prealpi Carniche: lineamenti geologici, In *Guida del Friuli, VI, Prealpi Carniche*, 17-46, Udine: Società Alpina Friulna.

Penck, A., & E. Brückner. 1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*, 3 voll., 1199 pp., Leipzig.

Pirona, G.A. 1877. Schizzo geologico della provincia di Udine. *Boll. Serv. Geol. It.* 8: 114-155, Roma.

Ponton, M. 2010. *Architettura delle Alpi Friulane*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 52: 80 pp.

Puzzi, M. 1989. L'evoluzione geomorfologica della Val Tramontina (Prealpi Carniche). *Rass. Tecn. F.V.G.* 30, n. 5: 41-6.

Sacco, F. 1900. La Valle Padana. Schema geologico. *Ann. R. Accad. Agric. Torino* 43: 1-252.

Sacco, F. 1937. Il Glacialismo veneto. *L'Universo* 18: 553-580, 685-95.

Stefanini, G. 1912. Sull'antica idrografia dei bacini della Meduna e del Colvera in Friuli. *Riv. Geograf. It.*, 19: 157-62.

Taramelli, T. 1875. Dei terreni morenici e alluvionali del Friuli. *Ann. Scient. R. Ist. Tecn. Udine* 8: 1-91.

Taramelli, T. 1881. *Spiegazione della carta geologica del Friuli (provincia di Udine)*. Pavia: Tip. F.lli Fusi, 190 pp.

Venturini, C. 1986. I depositi quaternari di Ponte Racli (Meduno, PN), Prealpi Friulane. *Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat.* 7: 37-58.

Venturini, C. 1990a. *Geologia delle Alpi Carniche centro orientali*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 36: 222 pp.

Venturini, C. 1990b. Cinematica neogenico-quaternaria del Sudalpino orientale (settore friulano). Studi Geologici Camerti 190: 109-16.

Venturini, C. 2009. Ciclo alpino. In *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, F. 031 Ampezzo*, 167-90. Firenze: ISPRA, Servizio Geologico d'Italia.

Venturini, C., & G.B. Carulli. 2003. Neoalpine structural evolution of the Carnic Alps central core (Mt. Amariana, Mt. Plauris, Mt. San Simeone). In *Neoalpine structural evolution of the Carnic Alps central core (Mt. Amariana, Mt. Plauris, Mt. San Simeone)*, 278-83. Roma: Mem. Soc. Geol. It. 57.

Venturini, C., & K. Discenza. 2010. Stratigrafia e paleoidrografia del Friuli centrale (Prealpi Carniche): Miocene superiore-Pliocene inferiore. *Gortania - Geol. Paleont. Paletn.* 31: 31-52.

Venzo, G.A., F. Ulcigrai & F. Cucchi. 1976. Studio geologico per serbatoi di laminazione delle piene sul T. Meduna e La Clevata e a Colle (Pordenone). *St. Trent. Sc. Nat., Acta Geol.* 52, n. 4: 201-221.

Zenari, S. 1929. *Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie, Foglio Maniago*. Padova: Uff. Idrogr. R. Mag. Acque, 102 pp.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Corrado Venturini
  Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali
  Sezione Geologica, Università degli Studi di Bologna
  Via Zamboni 67, I-40126 BOLOGNA
  e-mail: corrrado.venturini@unibo.it
- Katiuscia Discenza
  Via Fortuzzi 8, I-40133 BOLOGNA
  e-mail: kdiscenza@libero.it
- Antonella Astori
  Via Ulisse Dini 34. I-35136 PADOVA
  e-mail: antoastori@gmail.com

Luca Zini
Chiara Calligaris
Walter Boschin
Franco Cucchi

TRASMISSIONE DI IMPULSI DI PIENA NELLA ZONA SORGENTIFERA DEL CARSO TRIESTINO

FLOOD PULSES OF THE CLASSICAL KARST SPRING AREA

Riassunto breve - Nell'ambito di una ricerca volta a caratterizzare la falda d'acqua presente nel sottosuolo della ex cava di Sistiana, circa 3.5 km a SE delle Sorgenti del Timavo a Duino, si è appurato che le acque sono simili per caratteristiche chimiche e geochimiche a quelle delle Sorgenti di Aurisina, ubicate circa 3.5 km a SE, miscelate durante le precipitazioni con acque di neoinfiltrazione di provenienza locale e a circolazione superficiale. La falda oscilla in sincronia con quella del Carso e il suo livello è significativamente modificato in magra con la movimentazione delle paratoie che regolano il deflusso dalle Sorgenti a San Giovanni di Duino.
Parole chiave: Idrogeologia carsica, Carso Classico, Acquifero del Timavo, Sorgenti del Timavo.

Abstract - *In the framework of a study aimed at the aquifer system characterization in the Sistiana quarry area (Gulf of Trieste, Classical Karst coast line), resulted that geochemical characteristics of these waters are similar to the one of karstic Aurisina Spring. These springs are located at about 3.5 km SE from the quarry. Sistiana waters are mixed waters due to two contributions: the neoinfiltration waters and the one coming from a shallow circuit. Water table fluctuations are consistent with the ones typical of the Karst system and its water level result heavily modified during low water regime by the gate handling regulating the outflows at Timavo Springs in San Giovanni di Duino.*
Key-words: *Karst hydrogeology, Classical Karst, Timavo aquifer, Timavo springs.*

Premessa

Nel Carso Classico, carso maturo e dalle caratteristiche litologico-strutturali relativamente unitarie ed omogenee, si è sviluppata una rete eterogenea e non uniforme di vuoti collegati, una "rete a dreni dominanti", cui fanno capo localmente alcuni "dreni interdipendenti", cui fanno capo a loro volta numerosi "dreni diffusi" (sensu Vigna, 2001). Si hanno quindi numerose vie di drenaggio, alcune delle quali importanti con lunghi tratti anche sifonanti, con una circolazione semidispersiva nella rete di condotti e fratture e più zone sature interdipendenti (Cucchi et al. 2000, Zini et al. 2005).

Il circuito carsico sotterraneo è sviluppato in un volume carbonatico dalla forma equiparabile ad un parallelepipedo lungo circa 40 km, largo circa 15 km, alto circa 600 metri. Oggi questa scatola è orientata NW-SE in lunghezza ed inclinata verso lo spigolo SW in modo tale che il vertice superiore sia praticamente a livello mare (Fig. 1).

Mentre abbastanza si sa dell'idrodinamica dei grandi condotti (chimismo, portate complessive, velocità, ramificazioni sorgentizie), scarsi sono i dati sulla circolazione nella rete di fratture poco incarsite, cioè sull'idrodinamica nella rete a dreni diffusi.

Nell'ambito di una ricerca volta a caratterizzare la falda d'acqua presente nel sottosuolo del piazzale della ex cava di Sistiana (Figg. 2, 4) allo scopo di verificarne i rapporti con il reticolo idrico del Carso sono emersi interessanti dati sulla circolazione ipogea.

Utilizzando l'estesa rete di monitoraggio sulle acque di fondo del Carso Classico (Fig. 1) messa in essere da parecchi anni e gestita dal DMG (Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste), si è potuto infatti analizzare in particolare il regime di trasmissione degli impulsi di piena nei dreni diffusi (Perne et al. 2012)[(1)].

Allo scopo si sono posizionati strumenti per l'acquisizione di dati in continuo del livello e della temperatura dell'acqua di fondo in fori ubicati nel piazzale della cava, si sono prelevati campioni d'acqua piovana

1) Si ringrazia l'Immobiliare S.S. Gervasio e Protasio s.r.l. per aver consentito l'utilizzo a scopi scientifici dei dati raccolti nel monitorare le acque di falda del piazzale cava.

1 Škocjanske Jame
2 Kačna Jama
3 Jama V Kanjaducah
4 Brezno v Stršinkni dolini
5 Abisso di Trebiciano (Labodnica)
6 Grotta Lazzaro Jerko
7 Abisso Massimo
8 Grotta Lindner
9 Dolenjca Jama
10 Pozzo dei Colombi di Duino
11 Cavernetta presso Comarie
12 Pozzo presso Jamiano
13 Grotta Andrea
14 Grotta presso la quota 36
15 Pozzo dei Protei di Monfalcone
16 P1 piezometer

SPRINGS
A Lisert Springs
B Moschenizze Springs
C Timavo Springs
D Sardos Springs
E Pietrarossa - Sablici Lake
F Doberdò Lake
G Mucille Lake
H Brestovica Acqueduct
I Aurisina Springs

Spring; Coastal Spring; Caves with water; Sinkhole; Caves with underground reka flow; Piezometer; Alluvial deposit; Flysch; Carbonates rocks

ITA; SLO; Soča R.; Vipava R.; Classical Karst; Adriatic Sea; Reka R.; 0 5 10km; Timavo springs; Adriatic Sea

Fig. 1 - Il Carso e i punti acqua tenuti sotto osservazione dal DMG. Nel riquadro l'area sorgentifera del Timavo, in rosso la cava di Sistiana (da Cucchi & Zini, 2007).
- *Monitored water points by the DMG researchers. In the box Timavo springs area, in red the Sistiana quarry. (from Cucchi & Zini, 2007).*

Fig. 2 - La cava di Sistiana nel 2006. La freccia indica l'ubicazione del foro monitorato.
- *The Sistiana quarry in the 2006. The arrow indicates the monitored borehole.*

e di falda per analisi chimiche e degli isotopi dell'ossigeno ($\delta^{18}O$), si sono eseguite misure periodiche dei livelli piezometrici, di temperatura e conducibilità[2]. Sono stati acquisiti i dati in continuo di livello, temperatura e conducibilità misurati presso l'inghiottitoio di San Canziano in Slovenia, l'Abisso di Trebiciano, le Sorgenti di Aurisina, il Terzo Ramo delle Risorgive del Timavo e il Pozzo dei Colombi di Duino.

Si illustrano di seguito i risultati delle misure di altezza della falda che consentono di chiarire alcuni aspetti della circolazione delle acque nel settore prossimo alle sorgenti nel quale le acque sono, in magra, a quote comprese fra 1.00 e 2.00 metri s.l.m.

Condizioni idrologiche al contorno

Fra tutti i punti acqua del Carso Classico, al fine del confronto fra i dati provenienti dal monitoraggio della falda presente nel sottosuolo del piazzale della ex cava di Sistiana e quelli competenti all'acquifero carsico propriamente detto, se ne sono scelti alcuni dai quali prelevare i dati utili: le Grotte di San Canziano, l'Abisso di Trebiciano, le Sorgenti di Aurisina, il Pozzo dei Colombi di Duino, il Terzo Ramo delle Sorgenti del Timavo (Fig. 1).

Le Grotte di San Canziano - Škocjanske Jame (Slovenia) costituiscono il sistema di voragini e gallerie sotterranee in cui si inabissa il Timavo Superiore (reka-fiume Reka), al margine sud-occidentale del Carso Classico. La cavità ha uno sviluppo totale di 5.8 km; il percorso sotterraneo delle acque è in una forra dallo sviluppo di 3 km che termina in una serie di ampie caverne in cui l'acqua forma dei veri e propri laghi, alla quota di 214 m[3].

L'Abisso di Trebiciano è una grotta gestita dalla Società Adriatica di Speleologia, attrezzata con scale fisse, dotata di parziale illuminazione, costituita da una serie di stretti pozzi verticali che conducono ad un'ampia caverna finale, in cui il Timavo scorre per 300 metri, entrando ed uscendo da due sifoni. Costituisce una finestra intermedia di osservazione su parte delle acque che si inabissano nell'inghiottitoio di San Canziano e che vanno ad alimentare il sistema sorgivo del Timavo. Antiche e recenti esplorazioni speleo-subacquee hanno individuato nel tratto a monte alcune centinaia di metri di ampie gallerie allagate[4].

Le Sorgenti di Aurisina consistono in 9 venute d'acqua disposte su un fronte di circa 350 metri al contatto tra Flysch e calcari che scaricavano direttamente a mare. Con la realizzazione di un acquedotto nel 1859, divengono una delle prime fonti di approvvigionamento per la città di Trieste. Tra il 1900 e il 1910 la resa venne incrementata incanalando tutto il fronte sorgentifero, costruendo una diga sul lato mare, mettendo a nudo la roccia calcarea ed abbassando mediante sbancamenti la soglia delle rocce marnoso-arenacee. Venne inoltre realizzata una galleria drenante trasversale della lunghezza di 250 metri.

Le Sorgenti del Timavo (ma anche Risorgive del T., Bocche del T., Rami del T.) sono il sistema sorgivo principale di tutto il Carso. Oggi, a San Giovanni di Duino da quattro polle raccolte in tre "rami" fuoriesce gran parte delle acque del bacino carsico del fiume (Fig. 3): in media 35 m^3s^{-1}, con minime di 10 m^3s^{-1} e massime di 150 m^3s^{-1}. Indagini speleo-subacquee hanno messo in luce un articolato e complesso sistema di cavità allagate che sono state rilevate per più di 1500 metri di sviluppo totale fino a -83 metri dal livello del mare.

L'altezza dell'acqua al 3° ramo delle Sorgenti (quello monitorato in continuo dal DMG) è normalmente a 1.67 m s.l.m., con oscillazioni fino a poco più di 2 m. Immediatamente a valle delle bocche e delle opere di presa una briglia, il cui coronamento è a quota 1.00 m s.l.m. garantisce una prevalenza "artificiale" utile ad evitare l'ingressione delle acque marine e/o salmastre. Le piene più intense si rilevano in concomitanza con le piene dell'Alto Timavo, con un ritardo del picco di piena di 1-3 giorni. Piene non correlate al bacino dell'Alto Timavo sono più rare e presentano variazioni di portata molto più modeste.

Nell'area prossima alle sorgenti si aprono alcune cavità minori che raggiungono in pochi metri le acque di base. Vista la loro vicinanza al sistema sorgentifero testimoniano come il sistema carsico ipogeo in quest'area sia costituito da cavità di diverse dimensioni (piccole sale, fratture e condotti) più o meno interconnesse tra loro, parzialmente o interamente allagate. Nel Pozzo dei Colombi di Duino, ubicato poche centinaia di metri a monte e direttamente connesso alle Sorgenti, il livello delle acque normalmente si trova ad una quota di circa 2 metri sul livello del mare e può subire oscillazioni massime di circa 4 metri, giungendo a quota 6 metri.

Il confronto dei dati chimico-fisici con le curve di portata mette in risalto l'esistenza di una serie di apporti che di volta in volta si possono attivare con tempi e quantità variabili tra loro. Se da un lato l'esistenza

2) I datalogger utilizzati per le misure in continuo sono i Diver miniCTD della Schlumberger-Eijkelkamp con range livello: 0-10m, Accuratezza: ± 0.1%; range coducibilità: 0-30mS/cm, Accuratezza: ± 1%; range temperatura: -20° -100°C, Accuratezza: ± 0.1°C. Per la compensazione dei dati di livello con il valore della pressione atmosferica è stato utilizzato un barometro (sonda Ejkelkamp Baro-Diver) installato presso le Sorgenti del Timavo. La strumentazione per le misure periodiche è quella prodotta dalla Hanna instruments. Tutti i conduttivimetri utilizzati nello studio riportano valori di conducibilità riferiti a 25°C.

3) www.park-skocjanske-jame.si/ita/

4) http://www.sastrieste.it/

Fig. 3 - Sorgenti del Timavo: a) paratoia al 1° Ramo); b) stramazzo e paratoia al 2° Ramo; c) stazione di monitoraggio al 3° Ramo.
- *Timavo Springs: a) gate at the 1st branch: b) weir and gate at the 2nd branch; c) monitoring station at the 3rd branch.*

Fig. 4 - Schizzo geologico dell'area della ex Cava di Sistiana estratto dalla Carta geologica del Carso Classico (Cucchi & Piano 2013). In verde più scuro la Formazione di Monrupino, in verde chiaro i Calcari di Aurisina, in giallo il Flysch di Trieste; in rosso faglie e giaciture della stratificazione; il cerchio blu indica la posizione del foro monitorato.
- *Geological sketch of the Sistiana quarry area (Cucchi & Piano 2013). In darker green Monrupino Fm. limestones; in light green Aurisina Fm. limestones; in yellow Trieste Flysch terrigenous Fm; in red faults and strata; in blue the monitored borehole.*

di diversi apporti è evidente, dall'altro risulta difficile definire i rapporti quantitativi tra di essi. La presenza di acque provenienti da nord, dalle perdite dell'Isonzo, viene evidenziata bene in fase di magra primaverile mediante il confronto dei valori isotopici di ossigeno ed idrogeno. L'arrivo dell'onda di piena dell'Alto Timavo è segnalato anche da una diminuzione dei valori del calcio e dei bicarbonati, spesso netto nelle piene primaverili, pur se in molti eventi una diminuzione a più fasi della conducibilità testimonia il concomitante apporto di altre acque di neoinfiltrazione ed a scorrimento veloce. Un aumento della conducibilità si verifica sia all'inizio di alcune piene per espulsione di acque di riserva (effetto pistone), che per l'arrivo di acque prettamente "carsiche", in genere più povere in magnesio ma molto ricche in calcio.

La notevole variabilità di questi parametri è in definitiva la conseguenza della presenza di una rete carsica di drenaggio estesa e matura, con un'area di ricarica che comprende buona parte del Carso triestino, isontino e sloveno.

Per avere un'idea del contributo al bilancio complessivo di queste acque, si può tenere conto che nell'anno idrologico, alle acque sorgenti nel loro complesso contribuiscono per il 25% le acque provenienti dal bacino dell'Isonzo, per il 50% le acque di percolazione, per il restante 25% quelle provenienti dal bacino del Timavo-Reka (Civita et al. 1995).

La campagna di monitoraggio

Le misure del livello dell'acqua eseguite nei numerosi fori terebrati nel piazzale di cava con intenti geomeccanici ogni due settimane nell'arco di un anno (il 2006), mettono in luce che in magra il livello dell'acqua si attesta su quote molto simili per tutti i fori con valori compresi tra 0.6 e 1.55 m s.l.m. con un piano campagna posto a quote comprese fra 5 e 9 m s.l.m.

Il gradiente è espressione della scarsa conducibilità idraulica locale: è necessaria notevole prevalenza per consentire alle acque di superare lo sbarramento dato dall'acqua marina e dalla soglia sottoposta in flysch posta in pratica a livello mare lungo la costa.

Quando il livello della falda è a quote inferiori a 2 m s.l.m. è evidente l'influsso delle escursioni di marea:

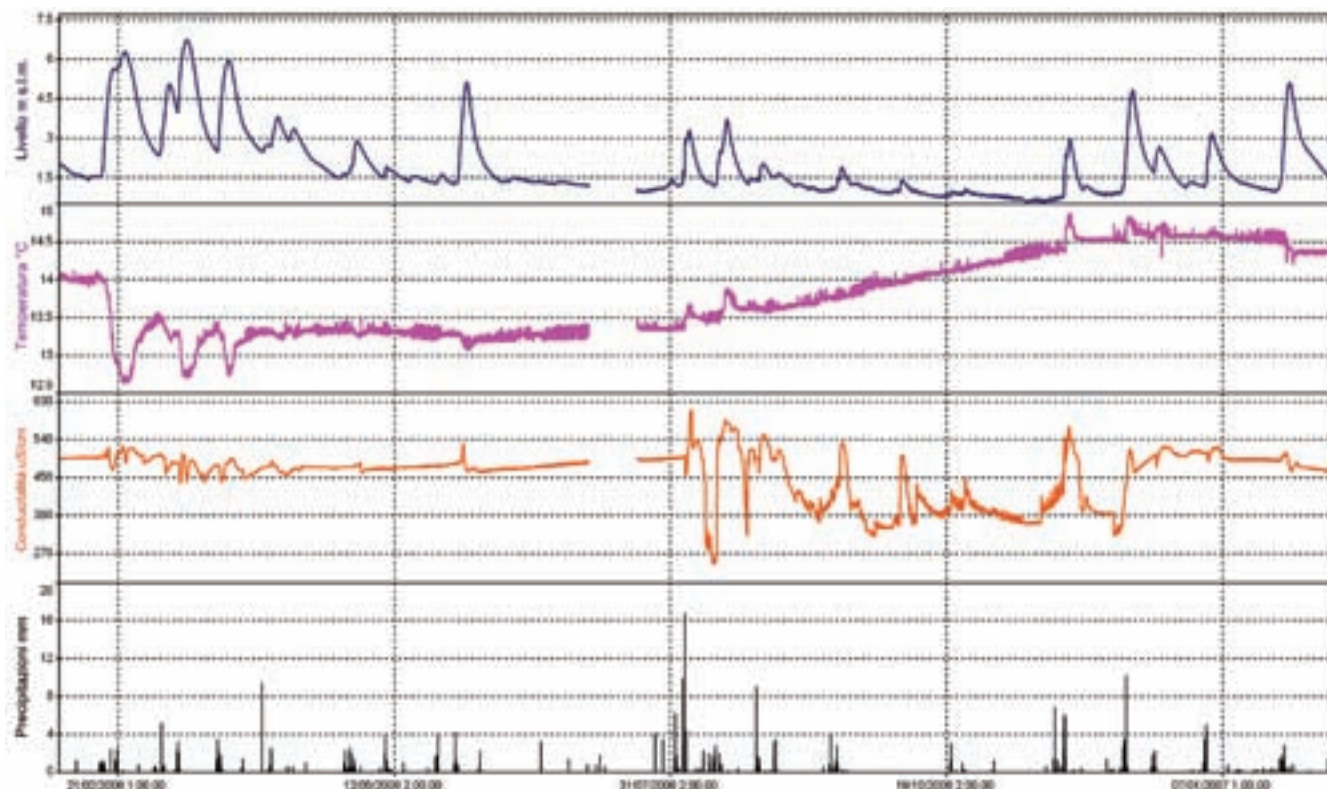



Fig. 5 - Livello idrico, temperatura e conducibilità delle acque di falda nel foro della cava di Sistiana e precipitazioni a Borgo Grotta Gigante dal gennaio 2006 al febbraio 2007.
L'escursione di livello è compresa tra 0.56 m s.l.m. durante il periodo di magra e 6.75 m in durante le piene. L'aumento di livello ha ritardo rispetto all'inizio delle precipitazioni compreso tra 4 e 24 ore. Il picco di piena si ha circa 24 ore dopo l'acme della precipitazione. Il decremento dei livelli inizia ad una velocità di circa 2 cm/h per tendere asintoticamente a zero dopo un periodo di esaurimento di 15-20 giorni.
La temperatura della falda diminuisce inizialmente passando da 14°C a valori di 13.1°C in primavera. Soggetta ad un successivo incremento raggiunge i 14.5°C in autunno. In corrispondenza degli eventi di piena più significativi si hanno abbassamenti della temperatura durante le piene primaverili (con escursioni massime di 1.2°C) ed innalzamenti durante quelle estive e tardo autunnali (con un aumento massimo di 0.4°C). In entrambi i casi il fenomeno testimonia l'arrivo delle acque di neoinfiltrazione.
La conducibilità ha andamento variabile, segnato da variazioni repentine sempre correlate con le precipitazioni. Fino alla fine di luglio i valori durante i periodi di magra sono compresi tra 480 e 500 µS/cm; a partire da tale data si assiste ad una irregolare diminuzione fino a circa 310 µS/cm seguita da una ripresa con valori che alla fine del periodo di monitoraggio risultano di poco inferiori a 500 µS/cm. In corrispondenza degli eventi di piena si assiste quasi sempre ad un aumento anche di 100 µS/cm seguito da un decremento (che si ha comunque anche nei rari casi di mancato aumento iniziale) anche di 200 µS/cm. L'aumento è legato verosimilmente a fenomeni di pistonaggio, la diminuzione alla miscela fra acque di neoinfiltrazione e acque residenti.
In termini di valori assoluti e di variabilità dei parametri, le acque del foro sono simili a quelle delle Sorgenti di Aurisina. In particolare durante, alcuni dei principali eventi infiltrativi, vi è contemporaneità tra i picchi minimi di conducibilità nei due siti.
- *Groundwater level, temperature and conductivity in the borehole in the Sistiana quarry linked to the precipitation at Borgo Grotta Gigante site on the Karst Plateau (January 2006 - February 2007).*
During low water regime, water table fluctuations are of about 0.56 m, while in high water level regime, excursions reaches also 6.75 m. The increasing water level has a delay with respect to the precipitations calculated in about 4-24 h with the peak at about 24 hours after the rainy event peak. Water level decreasing has a starting velocity of about 2 cm/h tending to zero after 15-20 days.
Water temperature from a winter value of 14°C tends to decrease during spring time reaching 13.1°C and increasing again during autumn with values of 14.5°C. During the meaningful springtime floods occurred wide temperature decreasing (with max excursion of 1.2°C), while during summer and late autumn a maximum increase of 0.4°C can be recorded witnesses the arrival of neoinfiltration waters.
Electrical Conductivity has a variable behavior connected to the rainfalls. Till the end of July, values, at low water regime, are between 480 e 500 µS/cm, but, approaching to the winter season, an irregular decrease can be recorded reaching values of 310 µS/cm. After this period, a new increase take EC to values of 500 µS/cm. While flooding the so called "piston effect" produces an increasing in EC values of about 100 µS/cm followed by a decrease of about 200 µS/cm. The decrease is due to the mixing between resident and neoinfiltration waters.
In terms of absolute values and parameters variability, well waters have the same characteristics than Aurisina springs, presenting a simultaneity between the negative peaks during the main infiltration events.

Fig. 6 - Stramazzo e paratoia alle sorgenti Sardos prossime a quelle del Timavo
- *Weir and gate at the Sardos Spring, close to the Timavo Springs.*

le oscillazioni hanno escursione massima di 8-10 cm, una lunghezza d'onda di 12 ore con un ritardo di 4-5 ore rispetto all'oscillazione marina rilevata nel Golfo di Trieste.

In tutti i fori si ha un aumento dei livelli molto evidente, anche se non della stessa entità, in corrispondenza degli eventi piovosi maggiori. Ciò indica la connessione con la falda all'interno anche se non con continuità laterale significativa. Le quote più elevate raggiunte dalla falda oscillano fra 7.5 e 6.5 m s.l.m.(5)

Uno dei fori (cfr. Fig. 2) è stato monitorato per un anno e l'escursione dei livelli idrici risulta compresa tra 0.56 m s.l.m. durante il periodo di magra e 6.75 m s.l.m. in concomitanza con le piene. Nel foro, il picco della piena si ha circa 36-72 ore dopo l'inizio della precipitazione e circa 24 ore dopo l'acme. Il successivo decremento dei livelli inizia ad una velocità di circa 2 cm/h per tendere a zero dopo un periodo di esaurimento di 15-20 giorni.

In regime di magra sono stati individuati alcuni incrementi di livello non direttamente correlabili con le maree o con le precipitazioni: il confronto tra i dati di livello acquisiti in cava e quelli registrati alle Sorgenti del Timavo mette in evidenza come il fenomeno vada collegato alle occasionali manovre effettuate da ACEGAS sulle paratoie che regolano l'afflusso al mare delle polle. L'improvviso innalzamento della soglia genera rigurgiti delle acque con oscillazioni del livello di falda che si propagano verso monte. La ex cava è ubicata 4.5 km a monte delle sorgenti.

Un primo evento (Fig. 7) si è verificato in data 12/02/06, in seguito alla chiusura delle paratoie alle sorgenti iniziata alle 11.00 del 12/02/06 e terminata alle 23.00 con un innalzamento di 23 cm, da 1.40 a 1.63 m s.l.m.

A Sistiana, con un ritardo di circa 3 ore si è avuta una risposta con un aumento di livello di 14 cm nell'arco di 12 ore, passando da 1.41 a 1.55 m s.l.m. dalle 14.00 del 12/02/06 alle 2.00 del 13/02/06.

Un secondo evento (Fig. 8) si è verificato in occasione di una prolungatoa chiusura delle paratoie che il 26/04/06 hanno alzato di 26 cm il livello alle sorgenti portandolo da 1.34 a 1.60 m s.l.m. con manovre iniziate alle ore 5.00 e prolungate fino alle 21.30.

In cava, con un ritardo di 7 ore e mezzo circa si è avuta la risposta, con un pari aumento di 26 cm iniziato alle 12.30 e terminato verso le ore 1.30 del 27 passando da 1.47 a 1.63 m s.l.m.

Vale la pena notare come le variazioni di livello siano riscontrate anche nel Pozzo dei Colombi di Duino.

Ciò significa che le oscillazioni del livello di falda indotte artificialmente alle risorgive si propagano verso monte (fatto noto da tempo) con una velocità da 1.5 a 0.6 km/h ed intensità variabile (non sempre l'innalzamento è della stessa entità alle paratoie e a Sistiana). In sintesi è accertato il collegamento idraulico delle acque presenti nel sottosuolo di Sistiana con quelle facenti capo alle sorgenti di San Giovanni di Duino.

5) Tutte le descrizioni e le localizzazioni si riferiscono alla situazione in essere nell'anno 2006, all'apertura del cantiere per la costruzione del villaggio turistico che oggi esiste con annesso porticciolo. Al tempo, un fronte da gradinato a subverticale in calcari con stratificazione a franapoggio più inclinato del versante, incombeva ad anfiteatro su un ampio piazzale di cava (cfr. Fig. 2).

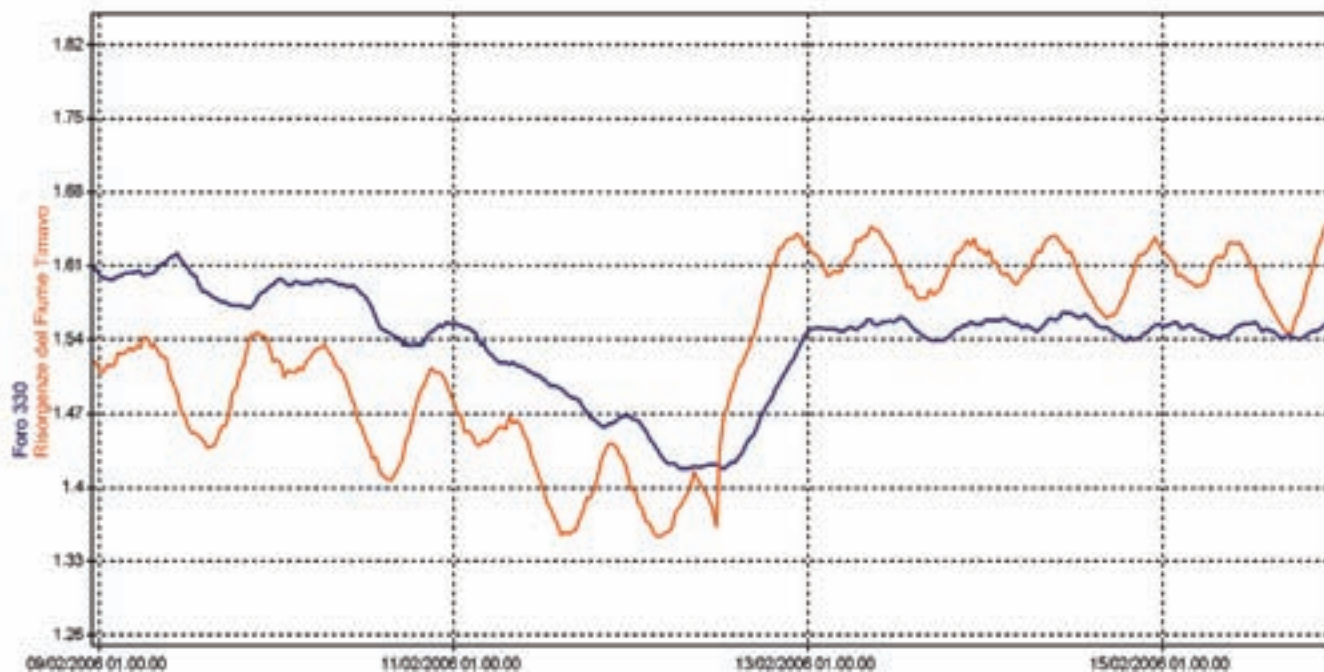



Fig. 7 - Confronto tra i livelli idrici espressi in m slm relativi alle Sorgenti del Timavo ed al foro la seconda settimana di febbraio 2006. Si noti in entrambi i siti l'influenza delle escursioni di marea e l'aumento di livello indotto dalla movimentazione delle paratoie.

- *Comparison between Timavo Springs (red) and borehole (blue) water level (m asl) in the 2nd week of February 2006. The graph highlights for both sites the tidal influence and the increased level induced by the gates movement.*

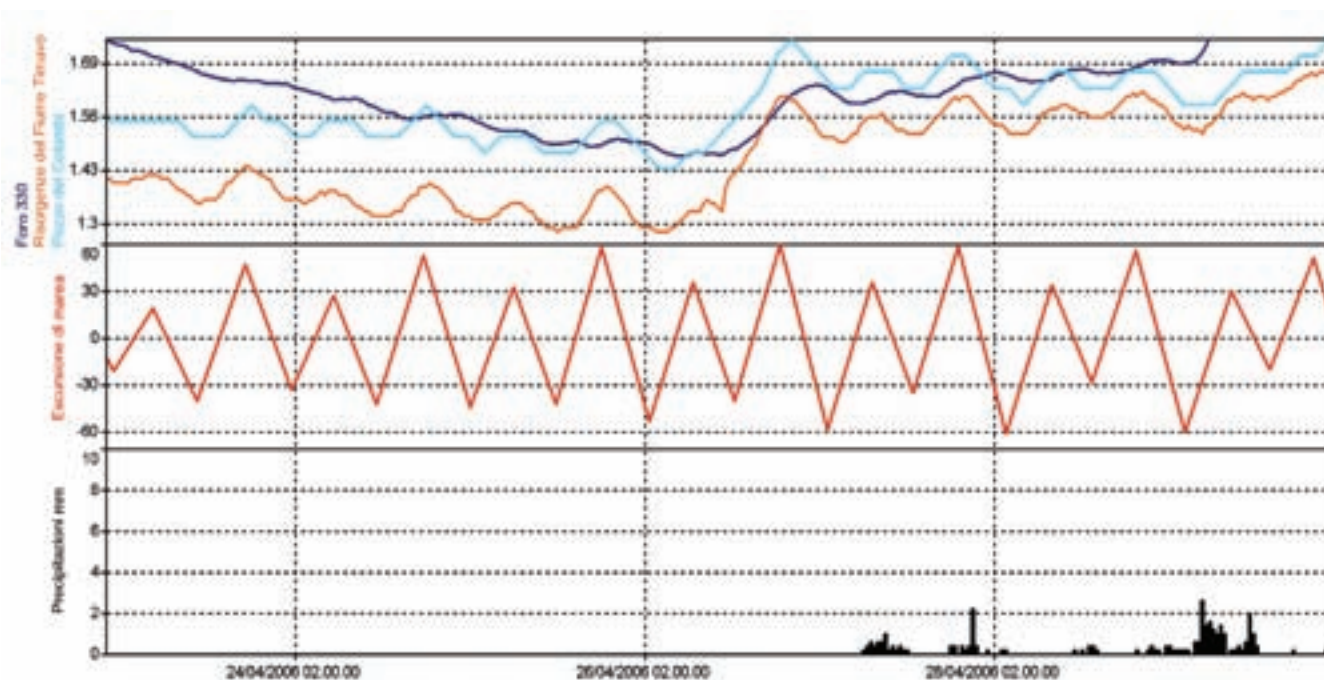



Fig. 8 - Confronto tra i livelli idrici espressi in m slm relativi alle Sorgenti del Timavo, al Pozzo dei Colombi di Duino ed al foro alla fine di aprile 2006. Si noti l'influenza delle escursioni di marea (nel grafico espressa in cm) e l'aumento di livello, non influenzato dalle precipitazioni, ma indotto dalla movimentazione delle paratoie presso le sorgenti.

- *Comparison between Timavo Springs, Colombi cave and borehole water levels (m asl) at the end of April 2006. Note the influence of tidal (in the graph expressed in cm) and the level increase, not influenced by rainfall, but induced by the gates movements.*

Considerazioni

Dato il contesto idrogeologico in cui è inserita l'area della ex Cava di Sistiana, su base chimico-geochimica, le acque dolci sono la miscela in diverse proporzioni di due tipologie di acque:

- acque carsiche di neoinfiltrazione, precipitazioni pertinenti esclusivamente all'area limitrofa al comprensorio della Cava di Sistiana, contraddistinte da valori di conducibilità molto bassi, temperature influenzate dalla stagionalità, valori altalenanti di δ18O. Questo tipo di acque è in assoluto il più abbondante.
- acque carsiche di fondo aventi caratteristiche chimico fisiche assimilabili a quelle drenate dalle Sorgenti di Aurisina e simili a quelle drenate dalle Sorgenti del Timavo. La conducibilità media di queste acque è di 490 μS/cm con valori compresi tra 420 e 530 μS/cm, la temperatura oscilla tra 11.9 e 13.2°C con un valore medio di 12.5°C. I valori di δ18O sono abbastanza costanti, con oscillazioni smorzate e valore medio di -7.7‰. Questo tipo di acque nel sottosuolo della cava è relativamente abbondante.

Inesistente è in questo settore il contributo dato dalle acque dell'Isonzo.

La miscela dei diversi apporti determina valori di temperatura compresi tra 8.5 e 12.5°C e di conducibilità oscillanti tra 340 e 450 μS/cm. I valori di $\delta^{18}O$ sono abbastanza costanti, con oscillazioni smorzate e valore medio di -8.04 ‰.

In particolare quindi nel sottosuolo della ex cava di Sistiana sono presenti acque di falda e acque di neoinfiltrazione di provenienza locale e a circolazione superficiale. Queste ultime, legate essenzialmente alle precipitazioni, caratterizzano volumi rocciosi non ben collegati al reticolo carsico e quindi a lenta miscelazione.

Il livello delle acque è influenzato da differenti fattori: in primis è legato al condizionamento locale rappresentato dalla soglia di permeabilità sottoposta presente in prossimità della linea di costa e legata al contatto tettonico flysch-calcari. In secondo luogo dalla difficoltà che le acque hanno nel defluire a mare per la scarsa conducibilità idraulica di gran parte dei volumi rocciosi coinvolti.

Le quote della superficie piezometrica, debolmente ondulata durante i periodi di piena, si inseriscono nei valori al contorno: le Sorgenti di Aurisina, anch'esse poste in prossimità del contatto tettonico tra flysch e calcari 3.5 km a SE, hanno quota di emergenza variabile tra circa 0.5 m s.l.m. in regime normale e circa 1.5 m s.l.m. durante le piene maggiori.

In prossimità delle sorgenti carsiche costiere situate tra la Baia di Sistiana ed il Villaggio del Pescatore la quota della falda è governata esclusivamente dal livello del mare e si trova poche decine di centimetri sopra il livello medio marino.

Presso le Sorgenti del Timavo, situate 4 km a NW della zona d'indagine, la tavola d'acqua ha un livello variabile compreso generalmente tra 0.9 e 2.20 m s.l.m. determinato sia dal regime idrodinamico, sia dalla quota di sfioro delle opere di presa e delle briglie.

Fatto interessante e significativo è che il livello può essere modificato con la movimentazione delle paratoie che regolano il deflusso delle sorgenti: nei periodi di magra gli effetti della movimentazione si ripercuotono a monte anche di chilometri.

Manoscritto pervenuto il 30.XI.2013, approvato il 5.XII.2013.

Bibliografia citata

Civita, M., F. Cucchi, A. Eusebio, S. Garavoglia, F. Maranzana & B. Vigna. 1995. The river Timavo: an important supplementary water resource which needs to be protected and regained. *Acta Carsologica* 25: 169-86.

Cucchi, F., P. Forti, E. Marinetti & L. Zini. 2000. Recent developments in knowledge of the hydrogeology of the "Classical Karst". *Acta Carsologica* 29, n. 1-4: 55-78.

Cucchi, F., & C. Piano, cur. 2013. *Carta geologica del Carso Classico*. Trieste: Centro stampa regionale per il Servizio geologico.

Cucchi, F., & L. Zini. 2007. Le acque del Carso Classico. In *L'acqua nelle aree carsiche in Italia*, cur. F. Cucchi, P. Forti & U. Sauro, 33-40. Bologna: Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 19.

Perne, M., B. Šabler & F. Gabrošek. 2012. Calculating transport of water from a conduit to the porous matrix by boundary distributed source method. *Engineering Analysis with Boundary Elements* 11/2012, n. 36: 1649-59. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.enganabound.2012.06.001.

Vigna, B., 2001. *Gli acquiferi carsici*. Bologna: Quaderni Didattici della Società Speleologica Italiana, 12: 48 pp.

Zini, L., F. Cucchi & G. Casagrande. 2005. Monitoring of Timavo springs karst area in order to plan the advance of a tunnel boring machine (tbm). *Proceedings of Aquifer Vulnerability and Risk - 2nd Workshop and 4th National Congress on the Protection and Management of Groundwater*. Abstract Section Monitoring to support decisions, ID 186, 7 pp.

GORTANIA
Geologia, Paleontologia, Paletnologia 34 (2012) 89-102 Udine, 10.XII.2013 ISSN: 2038-0410

Emanuela Cristiani

ORNAMENTAL TRADITIONS OF THE LATE PLEISTOCENE AND THE EARLY HOLOCENE FORAGERS IN THE EASTERN ALPS: THE CASE OF RIPARO BIARZO

ANALISI DELLE SCELTE ORNAMENTALI DEI GRUPPI DEL PALEOLITICO FINALE E DEL MESOLITICO AL RIPARO DI BIARZO

Riassunto breve - Il Riparo di Biarzo (Prealpi Giulie, Friuli) ha restituito un ricco insieme di ornamenti in conchiglia attribuibili alle occupazioni del Pleistocene finale (Epigravettiano) e dell'Olocene antico (Mesolitico). In questo articolo, i risultati dell'analisi tecno-funzionale condotta su tali ornamenti vengono presentati e discussi in un ampio contesto regionale che coinvolge possibili reti di scambio, strategie di mobilità e connessioni tra l'arco Alpino orientale e le regioni dell'Adriatico settentrionale.
Parole chiave: Pleistocene Superiore, Olocene Antico, Tradizioni ornamentali dei cacciatori-raccoglitori, Conchiglie ornamentali, Gasteropodi marini e d'acqua dolce, Reti di scambio e strategie di mobilità.

Abstract - *Exceptionally for the eastern Alpine region, this site of Riparo Biarzo (Julian Alps, Friuli) has yielded a rich ensemble of shell ornaments related to both Late Pleistocene (Epigravettian) and Early Holocene (Mesolithic) occupations. The results of the techno-functional analysis carried out on these ornaments are presented and discussed in a wider regional context, which entails exchange networks, mobility strategies and connectivity between the eastern Alpine and the north Adriatic regions.*
Key words: *Late Pleistocene, Early Holocene, Foragers' ornamental traditions, Shell ornaments, Marine and freshwater gastropods, Exchange-networks and mobility strategies.*

1. Introduction

Ornaments are widely recognized as most important media of social communication among human societies and their role in expressing and constructing personhoods. They can convey social identity, ethnicity, status, age class, etc. (e.g. Kuhn & Stiner 2007; Vanhaeren 2009), as shown by a number of ethnographic accounts and anthropological studies.

Archaeological data have shown that beads, pendants, or appliqués were part of a visual vocabulary that related to the evolution of human cognitive and behavioral modernity along with their function in broadcasting social information during various periods in the past. For this reason, archaeologists consider ornaments as key evidence in discussions about past societies and their symbolic expressions. In Europe, the presence of body ornaments first became widespread during the Early Upper Palaeolithic (ca. 40ka years ago). In the course of the Upper Palaeolithic for the first time we find regionalized patterns in the use of particular types of ornaments for body adornment, and some of these patterns remained persistent throughout millennia of forager existence (Vanhaeren & d'Errico 2006). In particular marine as well as freshwater gastropods and shells were an important component of these ornamental repertoires, with evidence of long-distance circulation of particular gastropod and shell species (ref. Vanhaeren & d'Errico 2005).

This paper examines personal ornaments made of shell from the site of Riparo Biarzo in the Natisone Valley of Friuli Venezia Giulia (Julian Pre-Alps), as a particular case of diachronic changes in the use of different types of marine and freshwater species for the manufacturing of ornamental beads from the Late Palaeolithic to the Neolithic periods. Exceptionally for the eastern Alpine region, this site has yielded important evidence of continuous occupation by Late Pleistocene and Early Holocene foragers. The techno-functional analysis of these ornaments focuses on the reconstruction of foragers' ornamental traditions and their transformations over time. The paper will examine the place of shell ornaments from Riparo Biarzo in wider regional exchange networks, mobility strategies and connectivity between the eastern Alpine and the north Adriatic regions.

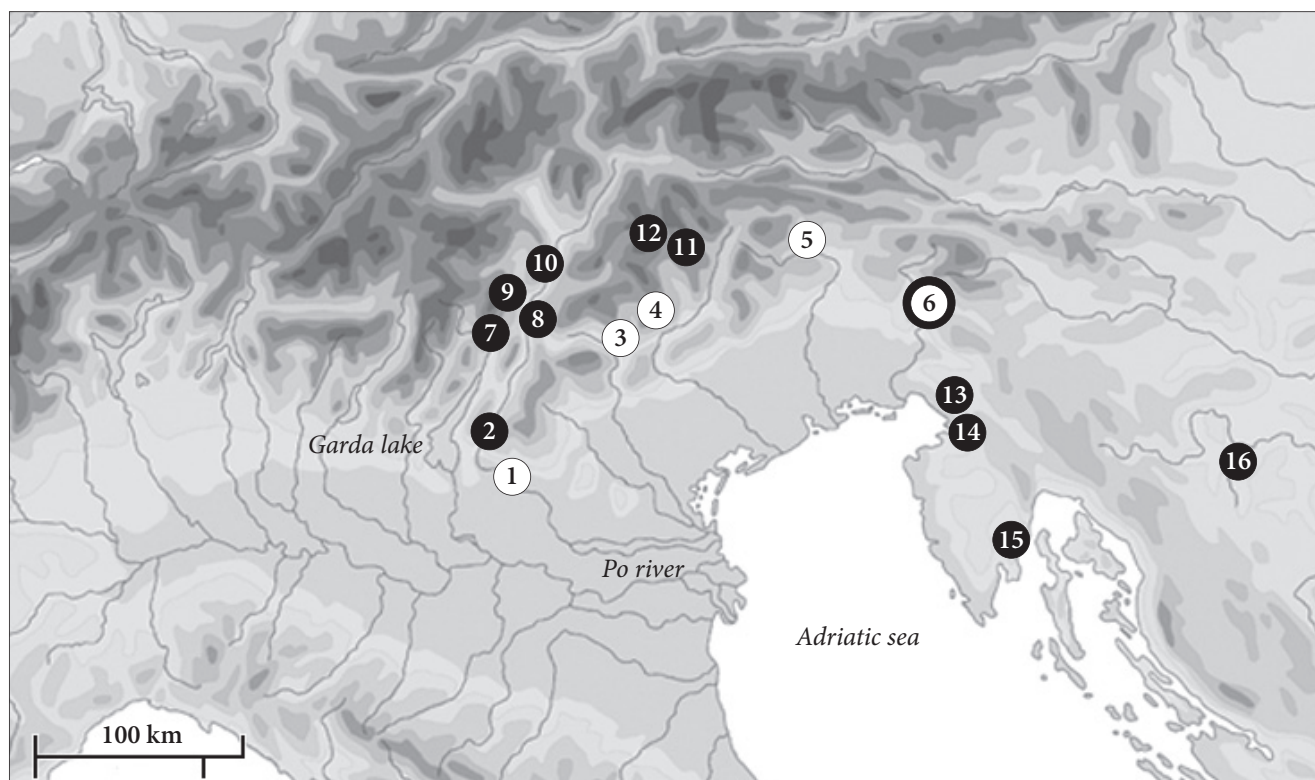



Fig. 1 - Map of the sites located in the eastern Alpine region, North Adriatic area and its hinterland cited in the article. White dots indicate Late Epigravettian occupations and black dots indicate Mesolithic occupations. 1 - Riparo Tagliente, 2 - Riparo Soman, 3 - Riparo Dalmeri, 4 - Riparo di Villabruna, 5 - Grotte Verdi di Pradis, 6 - Riparo Biarzo, 7 - Riparo Romagnano, 8 - Riparo Gaban, 9 - Riparo Pradestel, 10 - Vatte di Zambana, 11 - Mondeval de Sora, 12 - Plan de Frea, 13 - Grotta dei Cliclami, 14 - Grotta Azzurra, 15 - Pupićina Cave, 16 - Zala Cave.
- *Mappa dei siti localizzati fra Alpi Orientalie e nord Adriatico citati nel testo. I cerchi bianchi indicano siti del tardo Epigravettiano, quelli neri siti del Mesolitico.*

2. Site background, chronology and excavation methodology

Riparo Biarzo is located at the altitude of 160 m asl, on an alluvial terrace on the left bank of the Natisone River, in the Julian Pre-Alps (north-eastern Italy) (fig. 1).

The site was excavated from 1982 to 1984 by F. Bressan and A. Guerreschi and has yielded a stratigraphic column ca. 1.5 m thick, which has been excavated over the area of ca. 2 m^2 (Bressan & Guerreschi 1987). The site stratigraphy revealed during the excavation consists of the following main layers/archaeological phases (fig. 2):

- Bronze Age (US1);
- Middle Neolithic (US2);
- Early and Late Mesolithic (US3-characterized by 2 sub phases 3B and 3A)[1]
- Early Mesolithic U4
- Late Epigravettian (US5).

The layers belonging to the Late Epigravettian occupation are best characterized in the entire stratigraphy of this site. The US5 has yielded a date of 11,100±125 BP (R1850) (13128-12826 BP at 68.2% - OxCal v4.1.7, Bronk Ramsey 2009) made on charcoal, which puts this Final Palaeolithic occupation of the site in the Late Glacial Interstadial (Allerød).

Pollen data for the Epigravettian occupation (US5) indicate forests with spruce/larch (*Picea*/*Larix*), scots/mountain pine (*Pinus sylvestris*/*montana*) and birch (*Betula* sp.).

The lithic industry from US5 is mainly characterized by scrapers, in particular the small circular ones (thumbnails scrapers), burins, truncations, becks and backed blades (Bressan, Cremaschi & Guerreschi 1983). Functional analysis carried out on the lithic material has revealed that the processing of animal material (e.g. hunting, hide treatment, bone working) represented the main activity carried out at the site (Ziggiotti 2007).

Faunal remains from the different prehistoric levels of Riparo Biarzo have been studied by P. Rowley-Conwy in 1996 and, recently, by M. Romandini and M. Bertolini. The latter authors have analyzed in more detail the Late Pleistocene fauna from US5 (Bertolini

1) US 3 has later been divided in two sub phases: US3A which is attributed to Late Mesolithic (Castelnovian) with Early Neolithic disturbance (presence of Impresso potsherds) and US 3B which is attributed to Early Mesolithic (Sauveterrian), on the basis of the presence of geometrics (triangles in 3B and trapezes in 3A).

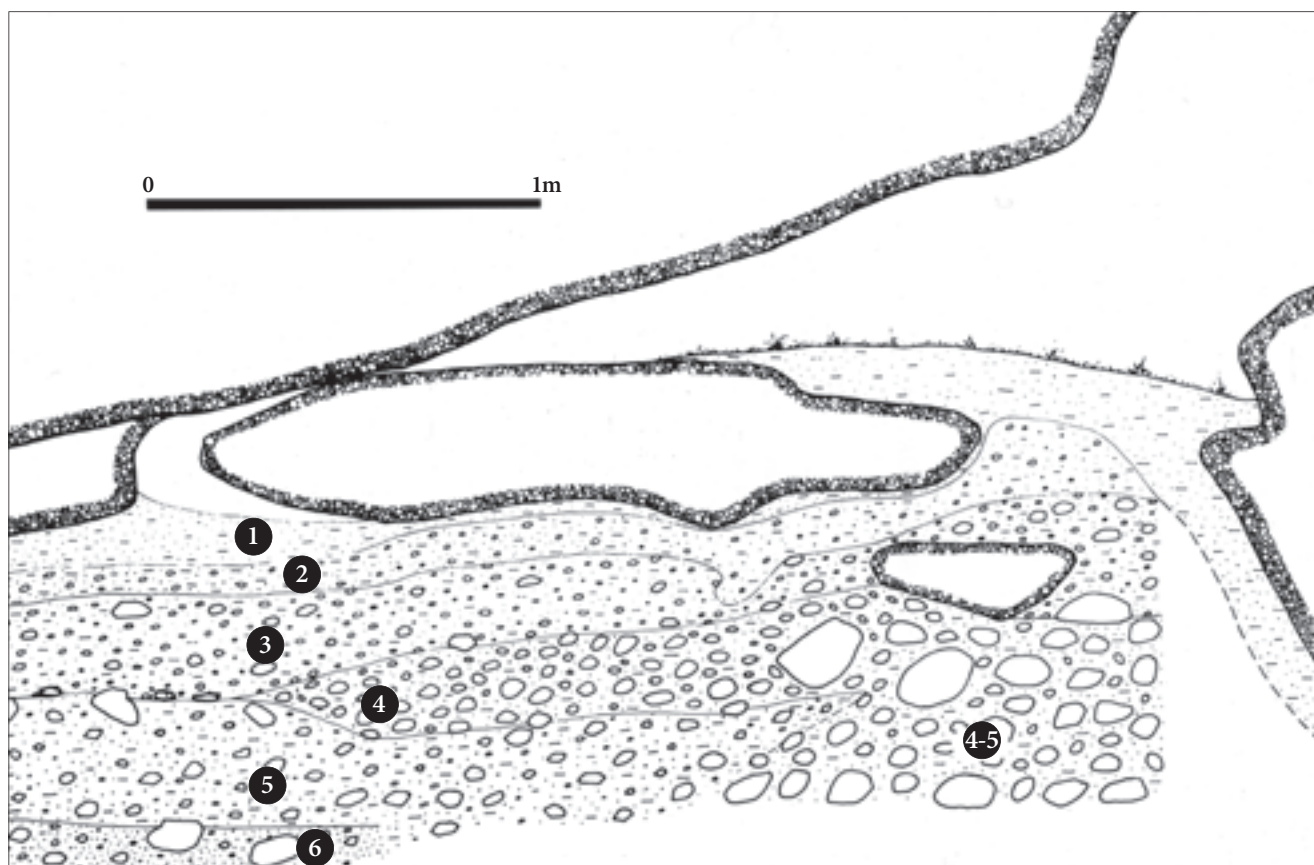



Fig. 2 - Stratigraphy of Riparo Biarzo and (right) the entrance and the inside of the Cave.
- *Stratigrafia del Riparo di Biarzo e (a destra) l'ingresso e l'interno della cavità.*

& Romandini 2010). Epigravettian groups hunted a wide range of species (ibex, deer, wild boar, marmot and bear) associated with different environmental eco-zones found in the proximity of the site. Some fishing activity has also been evidenced. Based on the seasonality of wild boar, the site might have been occupied during the cold season, from the end of autumn to the beginning of summer, whereas the ichthyofauna suggests that the site might have been used all year round, with intensified fishing activity during summers and autumns. Faunal remains from Mesolithic levels (US 3B and 3A) reveal that foragers mainly hunted red deer and roe deer, and to a lesser degree wild boar, typical of more forested environments. Palaeo-botanical remains from Mesolithic layers are poorly preserved. The presence of the following tree species has been documented: elm (*Ulmus* sp.), hazel (*Corylus avellana* L.), oak (*Quercus* sp.) and ash (*Fraxinus* sp.).

The lithic industry from layers 4 and 3B represents a typical Sauveterrian industry, characterized by burins, backed points, truncations, geometrics such as triangles (comparable to the triangles of Montclus) microburins, tools with backed retouch, which is comparable to the upper part of layer AC of Riparo Romagnano in the Adige Valley (Bressan et al. 1983). In layer 3A some

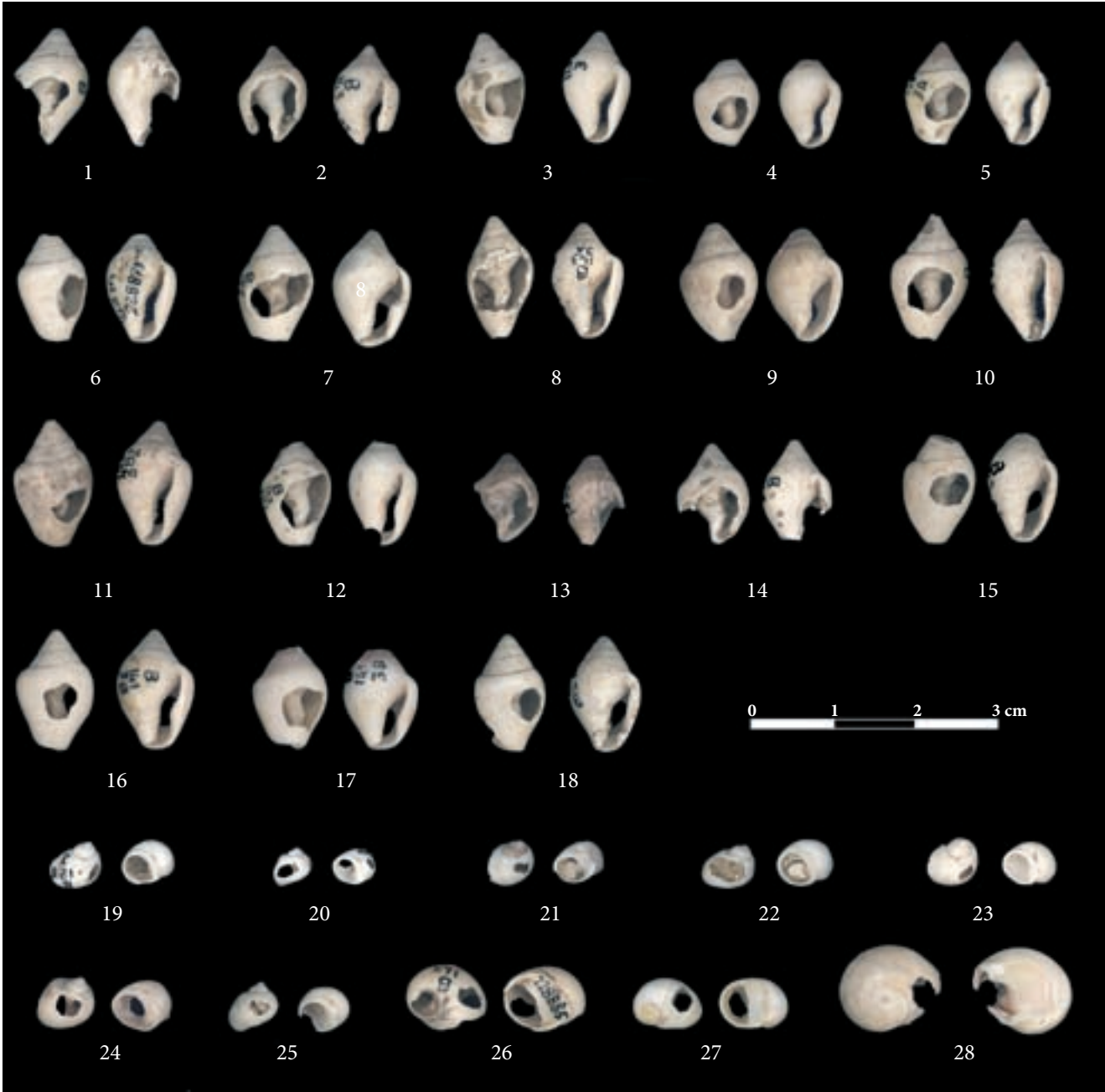



Fig. 3 - Selection of ornaments from Riparo Biarzo. 1-18: *Columbella rustica*; 19-25: *Lithoglyphus naticoides;* 26-27: *Theodoxus danubialis*; 28: *Cyclope neritea*.
- *Selezione di ornamenti dal Riparo di Biarzo.*

Period/phase	*Cyclope donovani*	*Cyclope neritea*	*Columbella rustica*	*Cardium* sp.	*Cerastoderma glaucum*	*Lithoglyphus naticoides*	*Theodoxus danubialis*	**Total**
Neolithic			2	1	1		1	5
Castelnovian (with Early Neo disturbance)			8			7	1	16
Sauveterrian		1	14					15
Late Epigravettian	1	5	1			3	1	11
NA	1	1	8	1		1		12
Total	2	7	33	2	1	11	3	59

Tab. I - Frequencies of gastropods and bivalves species used for the production of ornaments by the main chrono-stratigraphic units at Riparo Biarzo.
- *Frequenza di gasteropodi e bivalvi utilizzati al Riparo di Biarzo per la realizzazione di ornamenti, in base alle principali unità.*

trapezes, which are typical of the later Castelnovian phase, have also been recovered, whereas in the upper part of layer 3A, few Impresso potsherds have been found. The presence of pottery fragments has been interpreted as a Neolithic disturbance on the basis of geo-archaeological data, which report the erosion of the more superficial part of layer 3A, where materials from layers 2 and 1 have been found (Bressan et al. 1983). Furthermore, pollen data and microfaunal remains are more comparable to the end of Boreal (i.e. those recoded in layer 4) and the climate was still not humid and warm as would be expected if the layer 3A would have formed during the Atlantic. Consequently, the hypothesis that the presence of Impresso potsherds could relate to a later Neolithic disturbance is highly probable. The only date on charcoal available for layer 3A is 5600 ± 300 BP (R1S51) (5210-3906 BC at 93.5% - OxCal v4.1.7, Bronk Ramsey 2009), which is too recent to be considered as reliable.

3. The assemblage

The whole assemblage of prehistoric ornaments from Riparo Biarzo is composed of 59 perforated shells from marine and freshwater gastropods and bivalves. In particular, 11 ornaments can be attributed to the Late Epigravettian, 15 to the Sauveterrian period, 16 to the Castelnovian layers and 5 to the Early Neolithic. In addition, a total of 12 ornaments lack a precise stratigraphic provenance (fig. 3).

Throughout the stratigraphic sequence, ornaments have been produced on bivalves (*Cardium* sp. and *Cerastodema glaucum*), marine gastropods (*Cyclope neritea*, *Cyclope donovani*, *Columbella rustica*) and freshwater snails shells (*Lithoglyphus naticoides* and *Theodoxus danubialis*).

Marine gastropods (*Cyclope neritea*, *Cyclope donovani*, *Columbella rustica*) selected overtime for the production of ornaments at Riparo Biarzo are typical of both rocky and sandy seashores of the northern Adriatic region and the Po River delta. In particular, *Cyclope neritea* L. 1758 is a species of marine gastropods that belongs to the family Nassariidae, and is widespread in shallow waters of the Mediterranean, sandy shores of the Atlantic coast (e.g. in Portugal, Spain and France) as well as in coastal lagoons, saltmarshes (Nordsieck 1968; Pérès & Picard 1964; Sacchi 1960; Southward et al. 1997) and close to river mouths (Shackleton 1998: 25; Sakellariou 1957). As for *Columbella rustica* L. 1758, this gastropod lives in warm waters and can be found on the coasts of the Mediterranean Sea as well as in the nearest parts of the Atlantic Ocean (Algarve in Portugal, NW Africa, the Canary islands, the Azores and Madeira - Poppe & Goto 1991). As for the freshwater gastropods, *Theodoxus danubialis* is a common species in the rivers and streams of the north Alpine regions whereas *Lithoglyphus naticoides* is distributed in the shallow waters of rivers and lakes in central and eastern Europe (Harzhauser et al. 2007; Mastitsky & Samilenko 2006) as well as in the Balkans, in the rivers of the Black Sea drainage basin (Radoman 1983).

Although most of these species are present throughout the stratigraphic sequence, some changes in the selection of shells for the production of ornaments can be observed from the Late Epigravettian to the Early Neolithic. (The Bronze Age layer has yielded only a small fragment of an unidentifiable perforated shell) The major variety in shell selection characterizes the Late Epigravettian, with both freshwater snails (*Theodoxus danubialis* and *Lithoglyphus naticoides*) and marine gastropods (*Columbella rustica*, *Cyclope neritea* and *Cyclope donovani*) used. In particular, the use of Neritidae gastropods (*Cyclope neritea* and *Cyclope donovani*) characterizes only the later phases of the Epigravettian, with the exception of one specimen found in the Sauveterrian level. On the other hand, the use of bivalves (*Cardium* sp. and *Cerastodema glaucum*) is restricted to the Early Neolithic period. *Lithoglyphus naticoides* characterizes the Upper Palaeolithic and Late Mesolithic phases of occupation as 7 ornaments of this species come from the Castelnovian layer and three from

	No residue	Ochre	Total
Neolithic	**3**	**2**	**5**
Cardium sp.	1		1
Cerastoderma glaucum	1		1
Columbella rustica		2	2
Theodoxus danubialis	1		1
Castelnovian/Early Neo	**9**	**7**	**16**
Columbella rustica	6	2	8
Lithoglyphus naticoides	3	4	7
Theodoxus danubialis		1	1
Sauveterrian	**12**	**3**	**15**
Columbella rustica	11	3	14
Cyclope neritea	1		1
Late Epigravettian	**6**	**5**	**11**
Columbella rustica	1		1
Cyclope donovani	1		1
Cyclope neritea	4	1	5
Lithoglyphus naticoides		3	3
Theodoxus danubialis		1	1
Unclear stratigraphic provenance	**4**	**8**	**12**
Cardium sp.		1	1
Columbella rustica	3	5	8
Cyclope donovani	1		1
Cyclope neritea		1	1
Lithoglyphus naticoides		1	1
Total	**34**	**25**	**59**

Tab. II - Presence of ochre residues in the ornamental assemblage.
- *Presenza di residui d'ocra negli elementi ornamentali.*

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

the Late Epigravettian layer. Ornaments of *Columbella rustica* define the Mesolithic ornamental preference, as 22 out of 24 shells with stratigraphic provenance come from the Sauveterrian and Castelnovian layers, one from the Late Epigravettian and two from the Neolithic layers.

4. The methodology

The assemblage of ornaments from Riparo Biarzo has undergone a technological and residue analysis with the aim of reconstructing the modalities of ornaments production and use. The methodology is based on the integration of metrical, technological and use-wear studies, aided by taphonomical analysis and experimental comparison. Metrical variables included dimensions of the ornaments (maximal length, width and thickness of the entire and fragmented artifacts) as well as measurements made on perforations (maximal length and width). Moreover, the location of the perforations on the shells has also been documented.

Archaeological ornaments have been microscopically examined at magnification ranging from 0.75 to 80X using a stereoscopic microscope Leica S8APO with optical fibers lighting and an environmental SEM Hitachi T3000. The analytical criteria for the technological study of Riparo Biarzo ornaments were established by reference to several publications on the production and use of shell and osseous ornaments from prehistoric contexts (e.g. Bonnardin 2007, 2009; d'Errico & Vanhaeren 2002; Vanhaeren & d'Errico 2001, 2003, 2005). Experimental replicas of archaeological ornaments made on modern specimens of *Cyclope neritea* and *Columbella rustica* marine shells were used for testing technological and functional interpretations of the archaeological specimens from Riparo Biarzo. The evaluation of taphonomic alteration on archaeological ornaments has been based on the articles by Driscoll & Weltin (1973), Claassen (1998) and d'Errico et al. (2005). Type and distribution of use-wear traces and residues on well preserved ornaments have been recorded with regard to the hole, the lip of gastropod shells and their dorsal and ventral surfaces(2).

2) In this article, the ventral surface of coiled gastropods is considered the part of the shell which faces downwards during locomotion and where the aperture is located. The dorsal surface is the part of the shell which emerges during locomotion and where the body whorls are located (e.g. *Cyclope neritea*) or the one which is opposite to the surface where the aperture is located (e.g. *Columbella rustica*).

Fig. 4 - Technological use-wear traces and residues identified on Late Upper Palaeolithic and Mesolithic ornaments from Riparo Biarzo: 1. Close up of one perforated shell of *Columbella rustica* from Sauveterrian level; 2. Perforated *Columbella rustica* shell from Sauveterrian level; 3. Modern *Columbella rustica* perforated by indirect percussion from outside to inside using a flint flake and a stone pebble. Note the irregular outline of the perforation; 4. Close up of the experimental hole produced on a modern *Columbella rustica* shell by indirect percussion from the outside to the inside and using a flake and a pebble. Note the flint striations on the side of the perforation, close to the impact point; 5. SEM image of a worn and flattened upper dorsal surface of a *Columbella rustica* from Sauveterrian level; 6. Perforated *Columbella rustica* with rounding on the upper and lower parts of the perforation from Sauveterrian level; 7. Striations and ochre residues recognized along the upper part of the perforation of a *Colubella rustica* from Castelnovian level (scale bar 200 µm); 8. Close up of the perforation of a *Cyclope neritea* from Late Epigravettian level; 9. Experimental hole on *Cyclope neritea* produced by pressure from the inside of the shell to the outside using a wooden stick; 10. Rounding along the lip of a *Columbella rustica* perforated shell from Castelnovian level; 11-12. SEM images of a *Lithoglyphus naticoides* perforated shell from Castelnovian levels. Note the perforation on the left and the deformation from use on the right (11); note a close up of the deformation and micro-striations due to compression from prolonged use (12); 13. Perforated shell of *Cyclope neritea* from Late Epigravettian level with broken lip; 14. Close up of a facet located on the perforation rim of one *Cyclope neritea* from Late Epigravettian level; 15. Rounded and slightly deformed lip of a perforated shell of *Theodoxus danubialis* from Epigravettian level; 16. *Lithoglyphus naticoides* with ochre residues from Castelnovian level. Except when differently indicated, scale bar = 1 mm.

- *Tracce tecnologiche, di utilizzo e residui identificati su ornamenti del Paleolitico superiore finale - Mesolitico dal Riparo di Biarzo: 1. Dettaglio di una conchiglia perforata di* Columbella rustica *dal livello del Sauveterriano; 2. Conchiglia perforata di* Columbella rustica *dal livello del Sauveterriano; 3.* Columbella rustica *attuale, forata tramite percussione indiretta, dall'esterno all'interno, utilizzando una scheggia di selce ed un ciottolo. Si noti il bordo irregolare della perforazione; 4. Dettaglio del foro sperimentale realizzato sulla conchiglia di una* Columbella rustica *attuale, tramite percussione indiretta, dall'interno all'esterno, utilizzando una scheggia ed un ciottolo. Si notino le striature della selce sulla perforazione, vicino al punto di impatto; 5. Immagine al SEM della superficie dorsale superiore, con faccette di appiattimento prodotte dall'utilizzo di una* Columbella rustica *dal livello del Sauveterriano; 6.* Columbella rustica *perforata con arrotondamento sulle parti inferiore e esuperiore del foro, dal livello del Sauveterriano; 7. Striature e residui di ocra, individuati lungo la parte superiore della perforazione di una* Columbella rustica *dal livello del Castelnoviano (scala pari a 200 µm); 8. Dettaglio di una perforazione su* Cyclope neritea *dal livello dell'Epigravettiano finale; 9. Foro sperimentale su* Cyclope neritea *prodotto con la pressione dall'interno della conchiglia verso l'esterno; 10. Arrotondamento al labbro di una conchiglia perforata di* Columbella rustica *dai livelli del Castelnoviano; 11-12. Immagine al SEM della conchiglia forata di* Lithoglyphus naticoides *dai livelli del Castelnoviano. Si noti, in fig. 11, la perforazione sulla sinistra e la deformazione dall'uso sulla destra. Un dettaglio, in fig. 12, della deformazione e delle micro-striature dovute alla campressione per uso prolungato; 13. Conchiglia forata di* Cyclope neritea *con il labbro rotto, dal livello del'Epigravettiano finale; 14. Dettaglio della faccetta sul labbro di una* Cyclope neritea *dal livello dell'Epigravettiano finale; 15. Labbro arrotondato e leggermente deformato di una conchiglia foratata di* Theodoxus danubialis *dal livello dell'Epigravettiano finale; 16.* Lothoglyphus naticoides *con residui di ocra, dal livello del Castelnoviano. Salvo differenti indicazioni, la scala è pari a 1 mm.*

5. The analysis

All the shell beads have been analyzed in order to reconstruct the modalities of their production and use (tab. III).

Most of the shell beads recovered at Biarzo (67.8%) are entire and well preserved. Little exfoliation and pitting have been recorded on the ornaments with regards to the earlier phases of anthropic occupation (US5). The development of use-wear traces and the presence of residues (tab. II) indicate that ca. 90% of the perforated shells have been used. In particular, lip is missing on the 73% of the perforated gastropods shells.

Late Epigravettian

The Late Epigravettian assemblage is comprised of 11 specimens (see tab. I), which illustrate high diversity in the selection of the raw material. The ornaments comprise five *Cyclope neritea*, one *Cyclope donovani*, one *Theodoxus danubialis*, one *Columbella rustica* and three *Lithoglyphus naticoides*, all in a good state of preservation.

The technological analysis has shown that most of the shell bead perforations were produced by inserting a (wooden) stick inside the mouth of the shell and exercising a gentle pressure (fig. 4). As for the *Columbella rustica* bead, the outline of the perforation and the location of technological chipping on the perforation suggest the use of indirect percussion practiced from the outside towards the shell interior (fig. 4).

The distribution of the traces varies according to the species. Almost all the *Cyclope neritea*, *Cyclope donovani*, *Litoglyphus naticoides* and *Theodoxus danubialis* beads (10) show developed traces of use around the lip of the shell, where the shell was retained. The prolonged use has caused the breakage of the lip of two *Cyclope neritea* shells as well as the deformation of the lip of all the *Lithoglyphus naticoides* and *Theodoxus danubialis* beads (fig. 3). These four beads have also ochre residues on the siphon and the lip (tab. II).

Traces are also developed on the dorsal surface of the ornaments (8 out of 9 specimens show rounding on the dorsal surface). Also the specimen of *Columbella rustica* shows use-wear traces, which are located on the left side of the dorsal surface in proximity to the hole and inside it. It is likely that this ornament was displayed on its ventral side.

In the Epigravettian layer an atrophic red deer canine with an incomplete perforation has been found (Bressan et al. 1983).

Fig. 5 - Selection of the shells from the ornaments of Riparo Tagliente (from Gurioli 2006).
- *Selezione di conchiglie dagli ornamenti del Riparo Tagliente (da Gurioli 2006).*

Early Mesolithic (Sauveterrian)

The Early Mesolithic Sauveterrian assemblage comprises 15 ornaments out of which 14 are made of *Columbella rustica* and one of *Cyclope neritea* (tab. I).

Seven *Columbella rustica* shells lack their lips whereas the shell of *Cyclope neritea* is fragmentary (tab. III). Eight *Columbella rustica* shells show a specific perforation outline and technological traces (chipping), indicating that perforations were made from the outside to the inside (fig. 4). On eight best preserved specimen of *Columbella rustica* bead traces indicate a prolonged use. The developed rounding on the dorsal side and on the superior part of the perforations suggests that the beads were fastened through the lip (6 cases out of 8) and displayed in such a way that the ventral side of the shell (the one with the lip) was visible. It is not possible to ascertain whether they were used as appliqués or necklace/bracelet beads.

Four *Columbella rustica* and three *Lithoglyphus naticoides* beads come from unspecified locations within general Mesolithic layer US3. The *Lithoglyphus naticoides* beads have their lips deformed and the dorsal part of the hole rounded due to their prolonged use as appliqués. Ochre was found on three *Lithoglyphus naticoides* beads inside their perforations (fig. 4) and on inside two *Columbella rustica*, on their siphon.

Late Mesolithic (Castelnovian)

Sixteen ornaments from the Castelnovian layer comprise 7 specimens of *Lithoglyphus naticoides*, 8 specimens of *Columbella rustica* and one specimen of *Theodoxus danubialis* (tab. I).

In general, perforations on *Columbella rustica* shells have been practices from the outside to the inside through indirect percussion whereas freshwater gastropods have been perforated from the inside to the outside, by means of pressure technique. All the ornaments are characterized by very developed use-wear traces, the distribution and appearance of which is comparable with the Sauveterrian ornaments and suggest the prolonged use of the perforated shells as appliqués. In particular, modifications such as rounding and flattening of the dorsal surface characterize three *Columbella rustica* shells whereas rounding of the dorsal surface and deformation of the lip have been recognized on all the seven *Litoglyphus naticoides* ornaments as well as on the *Theodoxus danubialis*. Red ochre residues have been identified inside the siphon and along the ridges of the perforations of seven ornaments (2 *Columbella rustica* and 4 *Litoglyphus naticoides* and 1 *Theodoxus danubialis*), suggesting the use of ochred threads. Additionally, ochre is also present on the dorsal surface of one *Litoglyphus naticoides*, which suggest it might have been embroidered on colored leather.

Ornaments with uncertain stratigraphic provenance

A total of 12 perforated shells (one *Cyclope neritea*, one *Cyclope donovani*, 8 *Columbella rustica*, one *Lithoglyphus naticoides* and one *Cardium* sp.) lack precise stratigraphic provenance (tab. I). A part from the *Cardium* sp., which is present at Riparo Biarzo from the Neolithic levels, it is not possible to speculate about the likely stratigraphic provenance of these ornaments on the basis of their species. As a matter of fact, *Columbella rustica* and *Cyclope neritea* and *Cyclope donovani* are species present both during Late Upper Palaeolithic and Mesolithic at the site. Nevertheless, the presence of one shell of *Litoglyphus naticoides* would suggest a Late Epigravettian-Mesolithic provenance for this bead.

With the exception of *Columbella rustica*, all of the other shell ornaments have been perforated by indirect pressure from the inside part of the shells. On three *Columbella rustica* shells the lip is missing whereas use-wear traces on the other specimens reveal they have been used for a long time. A flattening deformation on the dorsal surface of the *Cyclope donovani* reveals this shell was used as an appliqué. A similar use is also suggested for the *Litoglyphus naticoides* on the basis of the distribution and appearance of the use-wear traces. Residues of ochre are present on ridge of the hole of eight shells.

Species	Lip and base missing	Lip missing	Only apex preserved	Only siphon and lip preserved	Only siphon preserved	Whorls missing	Entire	Total
Cardium sp.							2	2
Cerastoderma glaucum							1	1
Columbella rustica	3	7	1				22	33
Cyclope donovani		1				1		2
Cyclope neritea		2		1	1	1	2	7
Lithoglyphus naticoides							11	11
Theodoxus danubialis		1					2	3
Total	**3**	**11**	**1**	**1**	**1**	**2**	**40**	**59**

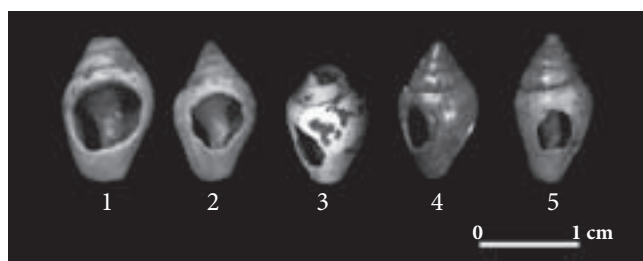
Tab. III - Degree of preservation of the shell ornamental assemblage from Riparo Biarzo.
- Grado di conservazione delle conchiglie utilizzate come elementi ornamentali al Riparo di Biarzo.

Neolithic

The Neolithic assemblage comprises only 5 ornaments made of both marine gastropods such as *Columbella rustica* (two specimens), marine bivalves such as *Cardium* sp. (one specimen) and *Cerastoderma glaucum* (one specimen) and freshwater snail *Theodoxus danubialis* (one specimen).

All of these five specimens shells are complete and well preserved apart from the *Theodoxus danubilais*, which has the lip missing, and the *Cerastoderma glaucum*, which is fragmentary. Shells have been perforated by pressure, using a stick from inside towards outside and only *Columbella rustica* shells from the outside to the inside. Ochre residues are present on the two *Columbella rustica* shells.

6. Discussion and conclusions

The re-colonization of the eastern Alpine region and the adaptations of the Late Pleistocene and Holocene foragers of the region have been studied in detail over the last 40 years. However, few sites document continuous occupations from the end of the Pleistocene to the beginning of the Holocene and few of those have yielded rich assemblages of ornaments to inform about foragers' symbolic traditions and their transformations over time.

In the following, I will review aspects ornaments recovered at Riparo Biarzo in the context of diachronic changes in the Late Pleistocene and Early Holocene foragers' ornamental traditions for the wider geographical framework of the eastern Alpine region and the north Adriatic area with its hinterland.

The characterization of the Late Epigravettian ornamental tradition in the eastern Alpine region is based on a series of findings recovered at a few sites (fig. 1). The most important site of the period is Riparo Tagliente in the Lessini Mountains (Verona) (fig. 1). At this site, which gave the first testimony of human re-colonization of the Pre-Alps at the end of the Last Glacial period, dated to the Oldest Dryas, ca. 14,500 years cal. BC (Bisi et al. 1983; Bartolomei et al. 1982; Fontana et al. 2002), a total of 728 ornaments have been recovered (Accorsi Benini 1972; Fiocchi 1998). The variety of shells and technological solutions related to beads production and use (e.g. gastropod shells and bivalves are characterized by both single and double perforations) make the ornaments from Riparo Tagliente one of the key-reference collections when trying to characterize the main components of the Epigravettian ornamental traditions in the eastern Alpine area (fig. 5). In total, 29 taxa have been recognized in the assemblage of ornaments from this site, out of which 24 belong to the class of Gastropods, 3 to Bivalves, and 2 are Scaphopods (Gurioli 2006). Most of the gastropod ornaments (638) belong to *Cyclope neritea*, followed by *Nassarius* sp. (25), *Columbella rustica* (16) and *Homalopoma sanguineus* (12) (Fiocchi 1998; Gurioli 2006).

All species present at Riparo Tagliente come from the Adriatic Sea but some exceptions are represented by *Nassarius circumcinctus* and *Buccinum undatum*, the former coming from the Levant and the latter not surely documented in the Mediterranean area (Fiocchi 1998). In addition to marine shells, ornamental choices at Tagliente involved the use of bone (a cylinder from a bird long bone and a long and thin entirely worked and perforated plaque with traces of red ochre) and mammal teeth (a bovine incisor, the third lateral incisor of wild boar, 15 perforated red deer canines and 7 unperforated specimens) (Cilli & Gurioli 2007).

Ornamental choices at other Late Epigravettian sites in the eastern Alpine region, such as Riparo Dalmeri in the Asiago Plateau, Riparo Villabruna in Val Cismon, are all comparable to Riparo Tagliente with regard to the frequency of perforated *Cyclope neritea* and *Columbella rustica* shells as well as red deer atrophic canines.

Fig. 6 - Modern examples of *Lithoglyphus naticoides* and *Theodoxus danubialis*.
- *Reperti attuali di* Lithoglyphus naticoides *e* Theodoxus danubialis.

Fig. 7 - Selection of ornaments on shell (*Columbella rustica*) found at the Mesolithic sites of Adige valley. 1-2: Riparo Pradestel; 3: Riparo Romagnano; 4-5: Riparo Gaban.
- *Selezione di ornamenti su conchiglia (*Columbella rustica*) rinvenuti in siti mesolitci della Valle dell'Adige.*

However, the analysis of ornaments from Riparo Biarzo has revealed that ornamental habits at this site also included the use of freshwater snail shells - *Theodoxus danubialis* and *Lithoglyphus naticoides* - from the Late Pleistocene onwards (fig. 6). Such ornaments show clear traces of use as appliqués, sewed onto clothes along with the presence of red ochre residues, which would suggest the use of colored threads, as already emphasized for other Epigravettian contexts in the eastern Alpine and Balkan regions (Cristiani et al. 2009; Cristiani & Borić 2012).

Theodoxus danubialis is a common species along the Danube River region from Germany to Bulgaria, also found in lakes and rivers from northern Italy to Slovakia, Ukraine and Croatia. Perforated *Theodoxus danubialis* has been found only in Aurignacian layers at Riparo Broion in the Berici Mountains and at Riparo Fumane in the Lessini Mountains (Romandini et al. 2012; Gurioli et al. 2003). Nevertheless, there is no evidence of any continuity in the utilization of such species until the end of the Mesolithic. Only at the end of the Mesolithic some examples are documented at Riparo Biarzo, Riparo Pradestel in the Adige Valley (contra Cristiani 2009[3]), Pupićina Cave in Istria, and at Zala Cave in central Croatia (Komšo & Vukosavljević 2011).

As far *Litoglyphus naticoides*, evidence about the use of this freshwater gastropod in the production of ornaments in Istria and central Croatia during the Mesolithic has recently been discussed (Komšo & Vukosavljević 2011). Intriguingly, apart from Late Epigravettian levels at Riparo Biarzo, this species is virtually absent from other contemporaneous Late Upper Palaeolithic locations in the eastern Alps as well as in the rest of the Italian peninsula.

As mentioned above, studies on the modern distribution of *Litoglyphus naticoides* have revealed that this species is present only in the rivers of the Black Sea drainage basin (Radoman 1983). In particular, *Litoglyphus naticoides* has disappeared or retreated to the downstream portions of Black Sea rivers during the Pleistocene glaciations and has recolonized Eurasia during the following post-glacial warming (Tyutin & Slynko 2010). Furthermore, paleoenvironmental records for northwestern Hungary show the presence of *Litoglyphus naticoides* in the Carpathian Basin between approximately 13,800 and 10,200 cal BP (Sümegi et al. 2008) and in the area between the NW Hungary and the Upper Danube Basin at the beginning of the Holocene.

These information about the ecology and distribution of *Litoglyphus naticoides* at the end of the Pleistocene and during the Early Holocene are very important as they reveal important aspects of foragers exchange networks and/or mobility strategies in the eastern Alpine region.

Prior to the discovery of perforated *Litoglyphus naticoides* shells in the Late Epigravettian layers of Riparo Biarzo, the use of such freshwater gastropods was virtually unknown in the Late Pleistocene and early Holocene archaeological record of the Mediterranean Basin. The few exceptions are all located in the Balkan peninsula, and in particular in the Mesolithic layers of Pupićina Cave in Istria (where they most probably represent imported items) and at Zala Cave in central Croatia (Komšo & Vukosavljević 2011). Perforated *Litoglyphus naticoides* have also been found in Gravettian (Cârciumaru et al. 2010) and Epipalaeolithic sites in Romania (Boroneant 1999), Mesolithic levels of northern Europe sites (Rähle 1978; Eriksen 2002) as well as in the Central European Early Neolithic burial contexts (Hladilová 2002; Lenneis 2007; Harzhauser et al. 2007).

The new data provided by the analysis of the ornaments of Riparo Biarzo testifies to the presence of perforated *Litoglyphus naticoides* in the Julian Pre-Alps already during the Late Pleistocene with the continuing use of this species for the production of ornaments in the Early Holocene. This evidence reveals the existence of exchange networks and connections between the Alpine valleys of Friuli and the central Croatian region to the east. It seems that such links were already established at the end of the Late Pleistocene. It is highly probable that such connections and/or mobility strategies between the eastern Alps and the Adriatic region of the Balkan Peninsula have developed through the Natisone valley, where the site of Riparo Biarzo is located; following the Natisone valley one can easily reach the Isonzo and Sava Valleys to the east into the Balkans.

The analysis of ornaments from Riparo Biarzo reveals both important continuities and transformations characterizing Late Pleistocene and Early Holocene forager ornamental habits and symbolism. In particular, the beginning of the Sauveterrian represented the end in the predominance of ornaments made of *Cyclope neritea*, which were replaced by *Columbella rustica*. Unquestionably, *Columbella rustica* represents the fundamental element of the Mesolithic decorative tradition in all of the Early and Late Mesolithic sites in the eastern Alpine region of Italy (e.g. Riparo Soman, Riparo Romagnano, Riparo Gaban, Riparo Pradestel, vatte di Zambana in the Adige Valley as well as Mondeval de Sora in Val Fiorentina, Plan de Frea in Val Gardena and Edera, Ciclami and Azzurra caves in the Trieste Karst), and the whole Adriatic region and its hinterland (e.g. at Pupićina Cave in Istria, Zala

3) In Cristiani 2009 p. 194, I have claimed the presence of *Theodoxus fluviatilis* amongst the Mesolithic ornaments of Riparo Pradestel. On the basis of the re-examination of the material from this site I would like to change the author's interpretation into *Theodoxus danubialis*.

Cave in the central Croatia, Crvena Stijena rockshelter and Vruća Cave in Montenegro) (fig. 7). In the Adige valley, as well as in Riparo Biarzo, the use of *Columbella rustica* for the production of beads characterizes also the Neolithic ornamental tradition, together with the introduction of new element of a visual vocabulary of the adornments such as *Cardium* sp. (see tab. I). In the Adige Valley, Mesolithic foragers also used few ornaments on *Dentalium* sp. (e.g. Riparo Gaban and Riparo Romagnano), whereas the presence of *Cyclope neritea* is reported in Mesolithic levels of Riparo Romagnano (Borrello & Dalmeri 2004). The high percentage (71%) of perforated *Columbella rustica* shells, which characterizes Riparo Biarzo as much as other Mesolithic sites of the eastern Alpine and the Adriatic regions, would suggest that this species might have substituted *Cyclope neritea* in the symbolism of the last Holocene foragers of the region as a non-verbal mean of visual expression and communication. At Riparo Biarzo as well as on the other side of the Istrian Peninsula (Pupićina Cave) and in central Croatia (Zala Cave), social messages were conveyed also by using other gastropods as ornaments, such as freshwater *Litoglyphus naticoides*, which, on the basis of its specific distribution in Epigravettian and Mesolithic sites discussed above, might have also been mobilized actively in the process of personhood construction among the Upper Palaeolithic and Mesolithic foragers of the region.

Manuscript received on 10.I.2013, accepted on 09.VIII.2013.

Acknowledgements

I would like to thank Dr. Paola Visentini for giving me the possibility of studying ornaments from Riparo Biarzo. I am very grateful to Dr. Dušan Borić for his useful comments on earlier drafts of this article and to Dr. M. Romandini for providing details on Riparo Biarzo stratigraphy. SEM photos have been done at the Univ. of Rome "La Sapienza" with the courtesy of Prof. C. Lemorini.

References

Accorsi Benini, C. 1972. Le conchiglie lavorate dell'Epigravettiano evoluto del Riparo Tagliente. *Memorie del Museo civico di Storia Naturale di Verona* 20: 405-11.

Boroneant, V. 1999. The Mesolithic Habitation Complexes in the Balkans and the Danube Basin. *Living Past* 1. http://www.cimec.ro/livingpast/nr1/boroneant/mesolithic.htm (date accesed 17.12.2010).

Bartolomei, G., A. Broglio, L. Cattani, M. Cremaschi, A. Guerreschi, E. Mantovani, C. Peretto & B. Sala. 1982. Depositi würmiani del Riparo Tagliente. *Annali dell'Università di Ferrara* sez. XV, 3, n. 4: 61-105.

Bisi, F., A. Broglio, A. Guerreschi & A. Radmilli. 1983, L'Epigravettien évolué et final dans la zone Haute et Moyenne Adriatique In *Actes du Colloque Intérnational "La position taxonomique et chronologique des industries à pointes à dos autour de la Méditerranée européenne" (Siena 1983)*, 230-65. Rivista di Scienze preistoriche 38.

Bonnardin, S. 2007. From traces to function of ornaments: Some Neolithic examples. In *Prehistoric technology 40 years later,* cur. L. Longo & N. Skakun, 297-308. Oxford: Archaeopress, BAR International Series 1783.

Bonnardin, S. 2009. La parure funéraire au Néolithique ancien dans les Bassins parisiens et rhénans - Rubané, Hinkelstein et Villeneuve-Saint-Germain. *Mémoire de la Société Préhistorique Française* 49.

Boroneanț, V. 2001. *Paleolithique superieur et epipaleolithique dans la zone des Portes de Fer*. București: Silex.

Borrello, M., & G. Dalmeri. 2004. Gli ornamenti preistorici lavorati in conchiglie conservati presso il Museo Tridentino di Scienze Naturali (Trento). *Preistoria Alpina* 40: 43-52.

Bressan, F., & A. Guerreschi. 1987. Il Mesolitico in Friuli: Il Riparo di Biarzo. *Preistoria Alpina* 19: 175-78.

Bressan, F., M. Cremaschi & A. Guerreschi. 1983. Nuovi dati sulla preistoria in Friuli: il Riparo di Biarzo (scavi 1982), S. Pietro al Natisone (Udine). *Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale* 4: 65-86.

Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51, n. 1: 337-60.

Cârciumaru, M., E.C. Nitu & M. Tutuianu. 2010. L'art mobilier gravettien et épi- gravettien de Roumanie. In *IFRAO Congress Pleistocene Art of the World, 6 e 11. septembre 2010, Arièege Pyrénées. Symposium: Pleistocene portable art (Pré-Actes)*. http://www.ifraoariege2010.fr/docs/Articles/ Carciumaru_et_al-ArtMobilier.pdf.

Cilli, C., & Gurioli F., 2007. Lavorazione delle materie dure animali. Strumenti in osso e palco. In *L'Italia tra 15.000 e 10.000 anni fa cosmopolitismo e regionalità nel Tardoglaciale*, cur. F. Martini, 72-82. Firenze.

Cristiani, E. 2009. Osseous artefacts from the Mesolithic levels of Pradestel rockshelter, (north-eastern Italy): a morphological and techno- functional analysis. *Preistoria Alpina*, 44: 181-202.

Claassen, C. 1998. *Shells*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cristiani, E., & D. Borić. 2012. 8500-year-old Late Mesolithic garment embroidery from Vlasac (Serbia): Technological, use-wear and residue analyses. *Journal Archaeological Science* 39: 3450-89. http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.05.016.

Driscoll, E.G., & T.P. Weltin. 1973. Sedimentary parameters as factors in abrasive shell Reduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 13: 275-88.

d'Errico, F., & M. Vanhaeren. 2002. Criteria for identifying red deer (*Cervus elaphus*) age and sex from their canines. Application to the study of Upper Palaeolithic and Mesolithic ornaments. *Journal of Archaeological Science* 29: 211-32.

d'Errico, F., C. Henshilwood, M. Vanhaeren & K. van Niekerk. 2005. *Nassarius kraussianus* shell beads from Blombos Cave: Evidence for symbolic behaviour in the Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution* 48: 3-24.

Eriksen, B.V. 2002. Fossil Mollusks and exotic Raw Materials in Late glacial and early Postglacial find contexts: a Complement to lithic studies. In *Litic Raw*

Material Economies in Late Glacial and Early Postglacial Europe, cur. L.E. Fisher & B.B. Eriksen, 27-52. Oxford: Archaeopress, BAR International Series 1093.

Fiocchi, C. 1998. Contributo alla conoscenza del comportamento simbolico di *Homo sapiens sapiens*. Le conchiglie marine nei siti del Paleolitico superiore europeo: strategie di approvvigionamento, reti di scambio, utilizzo. Tesi di dottorato inedita in Scienze antropologiche, Consorzio universitario di Bologna, Ferrara, Parma.

Fontana, F., A. Guerreschi & J. Liagre. 2002. Riparo Tagliente. La serie epigravettiana. In *La Preistoria Veronese. Contributi e aggiornamenti*, cur. A. Aspes, 42-7. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, s. II, Sez. Scienze dell'uomo 5.

Gurioli, F. 2006. Il trattamento delle materie dure animali nel Paleolitico superiore dell'Italia nord-orientale. Sfruttamento a fini alimentari, tecnologici e simbolici. Tesi di dottorato inedita in Scienze antropologiche, Consorzio universitario di Bologna-Ferrara-Parma.

Gurioli, F., C. Cilli, G. Giacobini & A. Broglio. 2003. Le conchiglie perforate aurignaziane della Grotta di Fumane (VR). In *Atti del 4° Convegno Nazionale di Archeozoologia. Pordenone, 13-15 novembre 2003*, cur. G. Malerba & P. Visentini, 9-65. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 6.

Hladilová, S. 2002. Výsledky paleontologického studia ozdob z lokality Vedrovice. In *Dve pohrebiste neolitického lidu s lineární keramikou ve Vedrovicích na Morave*, cur. V. Podborský, 257-62. Brno: Ústav archaeologie a muzeologie. Filozofická fakulteta Masarykovy univerzity.

Harzhauser, M., E. Lenneis & C. Neugebauer-Maresch. 2007. Freshwater gastropods as Neolithic adornment: size selectiveness and perforation morphology as a result of grinding techniques. *Annalen des Naturhistorisches Musems in Wien* 108 A: 1-13.

Komšo, D., & N. Vukosavljević. 2011. Connecting coast and inland: Perforated marine and freshwater snail shells in the Croatian Mesolithic. *Quaternary International* 244: 117-25.

Lenneis, E. 2007. Mesolithic heritage in early Neolithic burial rituals and personal adornments. *Documenta Praehistorica* 34: 129-37.

Mastitsky, S.E., & V.M. Samilenko. 2006. The gravel snail, *Lithoglyphus naticoides* (Gastropoda: Hydrobiide), a new Ponto-Caspian species in Lake Lukomskoe (Belarus). *Aquatic Invasions* 1, n. 3: 161-70.

Nordsieck, F. 1968. *Die europäischen Meeres-Gehäuse-schnecken (Prosobranchia)*. Stuttgart: G. Fischer Verlag.

Pérès, J.M., & J. Picard. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume* 31, n. 47: 1-37.

Poppe, G., & Y. Goto. 1991. *European seashells. Vol I (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda)*. Wiesbaden: Christa Hemmen Verlag.

Radoman, P. 1983. *Hydrobioidea a Superfamily of Prosobranchia (Gastropoda) I. Systematics*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti.

Rähle, W. 1978. Schmuckschnecken aus mesolithischen Kulturschichten Süddeutschlands und ihre Herkunft. In *Das Mesolithikum in Süddeutschland. Teil 2: Naturwissen-schaftliche Untersuchungen*, cur. W. Taute, 163-8. Stuttgart: Konrad Theiss Verlag, Tübinger Monographien zur Urgeschichte 52.

Romandini, M., & M. Bertolini. 2010. Epigravettian processes and economic strategies in North-Eastern Italy: the case of the Biarzo Shelter (UD). *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 32: 87-98.

Romandini, M., G. Gurioli & V. Parere. 2012. Oggetti ornamentali del Paleolitico superiore nei Colli Berici (Vi). In *Atti 6° Convegno Nazionale di Archeozoologia (Orecchiella, 2009)*, 113-6.

Rowley-Conwy, P.A. 1996. Resti faunistici del Tardiglaciale e dell'Olocene. In *Il sito preistorico del Riparo di Biarzo (Valle del Natisone, Friuli)*, cur. A. Guerreschi, 61-80. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 39.

Sacchi, C.F. 1960. Ritmi nictemerali di fattori ecologici in microambienti acquatici e salmastri e loro significato biologico. *Delpinoa* 2: 99-163.

Sakellariou, G.H. 1957. Les mollusques vivants du golfe de Thessaloniki et leur contribution à la stratigraphie. *Ann. Géol. Pays Hell.* 8: 135-221.

Shackleton, J.C. 1998. *Marine molluscan remains from Franchthi Cave*. Bloomington & Indianapolis: Indiana University Press.

Southward, A.J., E.C. Southward, P.R. Dando, J.A. Hughes, M.C. Kennicutt, J. Herrera-Alcala & Y. Leahy. 1997. Behaviour and feeding of the Nassariid gastropod *Cyclope neritea*, abundant at hydrothermal brine seeps off Milos (Aegean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77: 753-71.

Sümegi, P., S. Gulyás & G. Persaits. 2008. Holocene paleoclimatic and paleohydrological changes in the Sárrét Basin, NW Hungary. *Documenta Praehistorica* 35: 25-31.

Tyutin, A.V., & Y.V. Slynko. 2010. The first finding of the Black Sea snail *Lithoglyphus naticoides* (Gastropoda) and its Associated species-Specific Trematoda in the Upper Volga basin. *Russian Journal of Biological Invasions* 1, n. 1: 45-9.

van Gijn, A. 1990. The wear and tear of flint: principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages. *Analecta Praehistoria Leidensia* 22.

Vanhaeren, M. 2009. Speaking with beads. In *From Tools to Symbols*, cur. F. d'Errico & L. Backwell. Witwatersrand University Press, South Africa.

Vanhaeren, M., & F. d'Errico. 2001. La Parure de l'enfant de la Madeleine (Fouilles Peyrony). Un nouveau regard sur l'enfance au Paléolithique supérieur. *Paléo* 13: 201-40.

Vanhaeren, M., & F. d'Errico. 2003. Childhood in the Epipaleolithic. What do personal ornaments associated to burials tell us? In *Mesolithic on the move. Papers presented at the sixth international conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm 2000*, cur. L. Larsson, H. Kindgren, K. Knutsson, D. Leoffler & A. Akerlund, 494-505. Oxford: Oxbow Monographs.

Vanhaeren, M., & F. d'Errico. 2005. Grave goods from the Saint-Germain-la-Rivière burial: Evidence for social inequality in the Upper Palaeolithic. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 117-34.

Vanhaeren, M., & F. d'Errico. 2006. Aurignacian ethno-linguistic geography of Europe revealed by personal ornaments. *Journal of Archaeological Science* 33: 1105-28.

Paola Visentini

NUOVI REPERTI CERAMICI DA PALÙ DI LIVENZA (FRIULI VENEZIA GIULIA, PROVINCIA DI PORDENONE)

SOME NEW POTTERY FINDS FROM PALÙ DI LIVENZA (FRIULI VENEZIA GIULIA REGION, PORDENONE PROVINCE)

Riassunto breve - Vengono descritti alcuni frammenti ceramici provenienti dal sito tardoneolitico di Palù di Livenza, consegnati negli anni Ottanta dello scorso secolo al Museo Friulano di Storia Naturale, al fine di integrare la documentazione del repertorio fittile disponibile finora in letteratura.
Parole chiave: Ceramica, Tardoneolitico, Palù di Livenza (Pn).

Abstract - *Some new pottery finds - preserved in the Museo Friulano di Storia Naturale - from the Late Neolithic site of Palù di Livenza are here described. New data are, consequentely added to the knowledge of this site.*
Key words: *Pottery, Late Neolithic, Palù di Livenza (Pn, NE Italy).*

Introduzione

Negli anni Ottanta dello scorso secolo sono pervenuti al Museo Friulano di Storia Naturale di Udine alcuni reperti ceramici, litici e campioni ossei, lignei e paleobotanici provenienti dal sito di Palù di Livenza (Pordenone). Il materiale è stato recuperato da un appassionato in un'area situata a nord-est della zona indagata archeologicamente negli anni 1989-1999 dalla competente Soprintendenza[1].

Il sito preistorico di Palù di Livenza è collocato in una depressione tettonica tra il piede del Monte Cavallo e le colline di San Floriano e Tenuta Longone, al confine tra i comuni di Caneva e Polcenigo, in provincia di Pordenone. È noto in letteratura già alla fine dell'Ottocento (Taramelli 1896, 1904), ma è solo dagli anni Sessanta dello scorso secolo che si sono intensificate le ricerche archeologiche nell'area, allorquando il sig. Canzio Taffarelli, perlustrando la zona, trovò, in corrispondenza dell'escavo di un canale di drenaggio, numerosi reperti preistorici (Peretto & Taffarelli 1973).

Ricerche stratigrafiche approfondite, effettuate da parte di Istituti di ricerca e di tutela, ebbero inizio negli anni Ottanta dello scorso secolo e portarono ad una dettagliata ricostruzione dell'ambiente e del popolamento preistorico dell'area indagata[2]. Il bacino indicato con il toponimo Palù di Livenza ha restituito infatti evidenze di frequentazioni preistoriche sin dal Paleolitico Superiore (Montagnari Kokelj 1992; Peresani & Ravazzi 2001), ma è noto nella letteratura archeologica per l'insediamento su bonifica riferibile al Tardoneolitico, cui sembrano poter essere attribuiti i materiali oggetto di questa nota.

I materiali ceramici

Si tratta di circa venticinque manufatti ceramici che per impasto e tipologia sembrano riferirsi appunto al complesso Tardoneolitico. L'impasto è perlopiù grossolano, con superfici di colore bruno su cui sono visibili inclusi minerali o fori di decadimento degli stessi. Tra le forme sono attestate le scodelle e i recipienti profondi a pareti arcuate; i fondi sono sempre piani.

La descrizione dei manufatti è seguita dall'indicazione del colore della superficie interna, della sezione e della superficie interna. Vengono poi riportate le dimensioni dell'altezza, larghezza e spessore del reperto e il relativo numero di inventario statale e museale.

L'inventariazione statale non è sequenziale poiché alcuni reperti sono stati catalogati negli anni Ottanta

1) In base ad un sopralluogo effettuato presso la località, si stima che le coordinate geografiche del ritrovamento siano le seguenti: 46°01'18.43" N 12°28'55.76" E.

2) Per una storia delle ricerche presso il sito di Palù di Livenza, si veda Vitri (2001).

Fig. 1 - L'area del Palù di Livenza (foto P. Visentini).
- *View of Palù di Livenza (photo P. Visentini).*

per poter essere esposti presso le sale dell'allora Museo Friulano di Storia Naturale, altri sono stati inventariati in occasione di un recente riordino dei magazzini.

Scodelle (Fig. 2)

- Frammento di scodella con bordo leggermente assottigliato. Impasto medio-fine con inclusi rari di medie dimensioni. Colore beige/beige/beige. Dimensioni: 4,8x5,5x0,6 cm (n. inv. statale 157.414/inv. museale 24.377).
- Frammento di scodella a pareti diritte con bordo decorato da impressioni ovali oblique. Impasto medio-grossolano. Colore bruno/bruno/giallo. Dimensioni: 6,3x7,5x1 cm (n. inv. statale 157.413/inv. museale 24.376).
- Frammento scodella a pareti diritte con bordo decorato da impressioni ovali oblique, il corpo è ornato da una doppia fila di impressioni trascinate. Impasto grossolano, inclusi medio-piccoli. Colore beige/beige/beige. Dimensioni: 4,7x3,9x0,7 cm (n. inv. statale 220.285/inv. museale 24.367).
- Frammento di scodella a pareti dritte con bordo decorato da impressioni a pizzicato ed il corpo da un

157.414

157.413

220.285

220.282

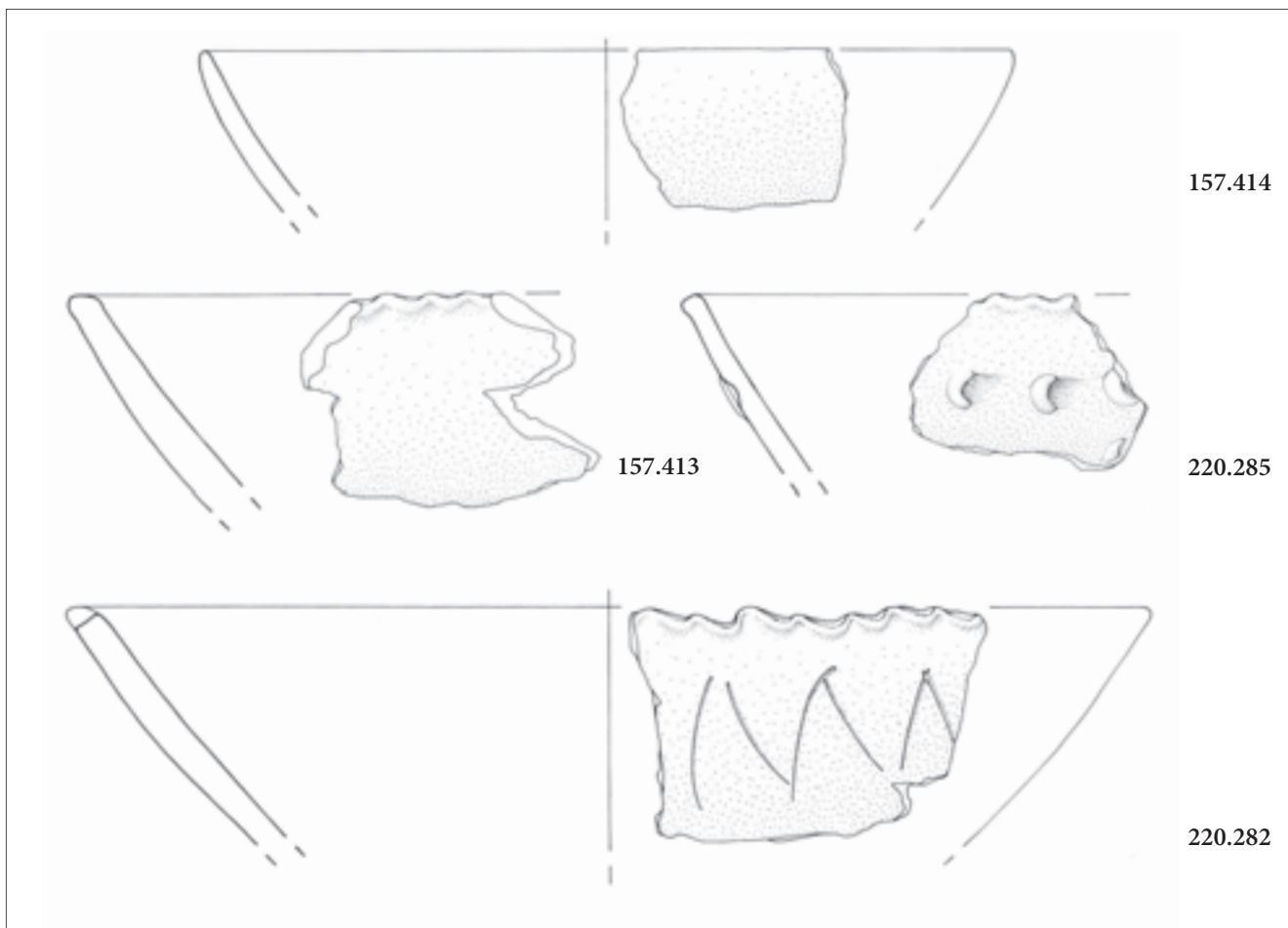



Fig. 2 - Scodelle (dis. G. Merlatti; scala 2:3).
- *Open bowls (drawings by G. Merlatti; 2:3).*

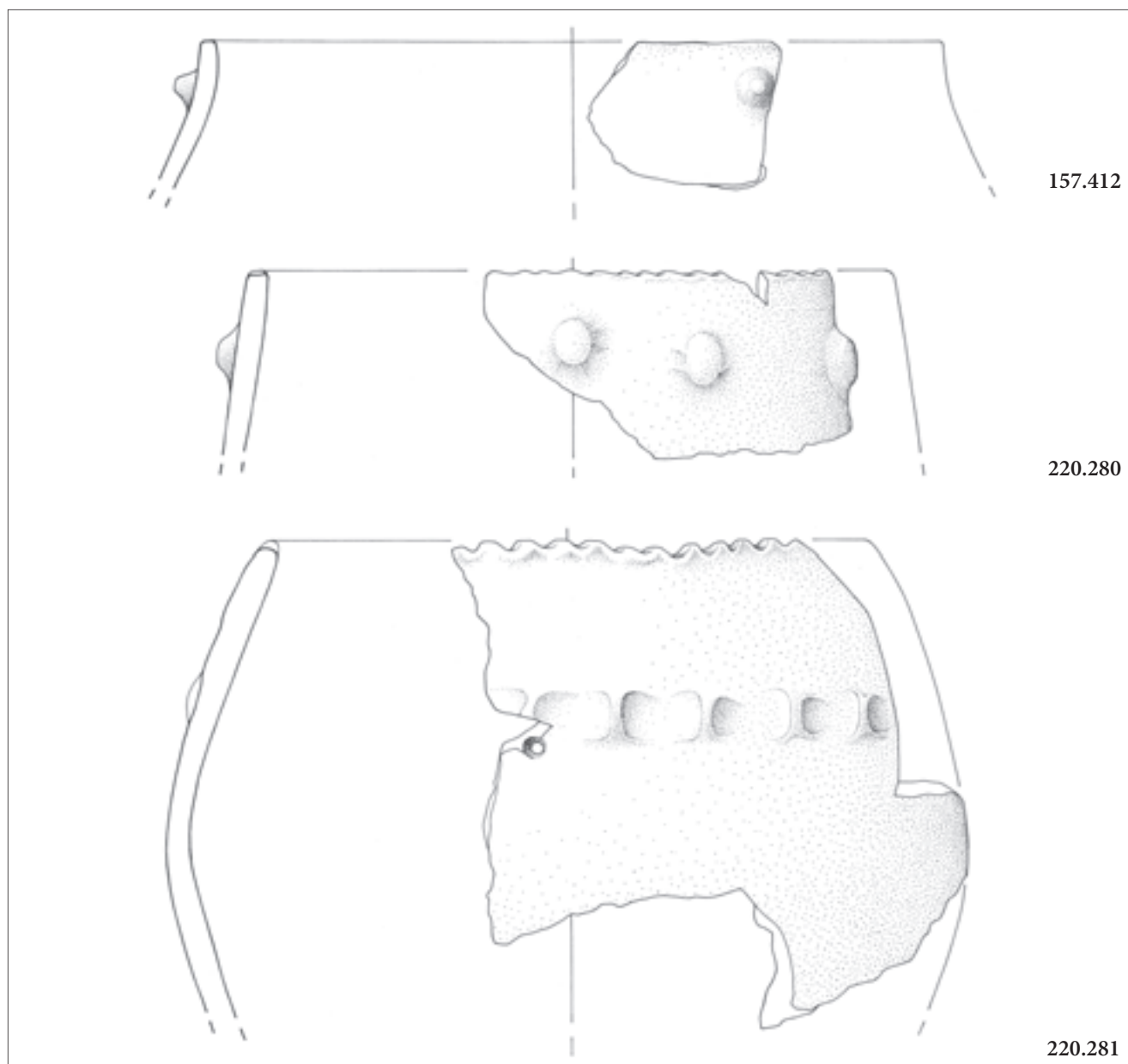



Fig. 3 - Recipienti a pareti arcuate dal Palù di Livenza (dis. G. Merlatti; scala 2:3).
- Ovoid jars (drawings by G. Merlatti; 2:3).

motivo inciso a triangoli aperti a linee arcuate. Impasto medio-grossolano. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni 8,3x9,3x0,9 cm (n. inv. statale 220.282/inv. museale 24.363).

Recipienti a pareti arcuate (Fig. 3)

- Frammento di recipiente a pareti arcuate con orlo diritto e bordo appiattito e tubercolo impostato sotto l'orlo. Impasto medio-grossolano. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni: 4,6x5,4x0,7 cm (n. inv. statale 157.412/inv. museale 24.375).
- Frammento di recipiente a pareti leggermente arcuate e orlo rientrante. Il bordo è decorato da impressioni a pizzicato ed il corpo da una serie di bugne coniche. Impasto grossolano. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni 11,7x15,7x0,80 cm (n. inv. statale 220.280/inv. museale 24.362).
- Frammento di recipiente a pareti arcuate e orlo rientrante. Il bordo è decorato da impressioni a pizzicato ed il corpo da impressioni trascinate. Impasto grossolano con inclusi spigolosi medio-grandi. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni 14,9x18x1,2 cm (n. inv. statale 220.281/inv. museale 24.361).
- Frammento di recipiente a pareti arcuate con orlo leggermente ispessito esternamente. Impressioni circolari ornano il bordo e l'ispessimento dell'orlo. Impasto grossolano con inclusi medio-grandi. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni: 4,3x6,5x1,0 cm (n. inv. statale 220.286/inv. museale 24.374).

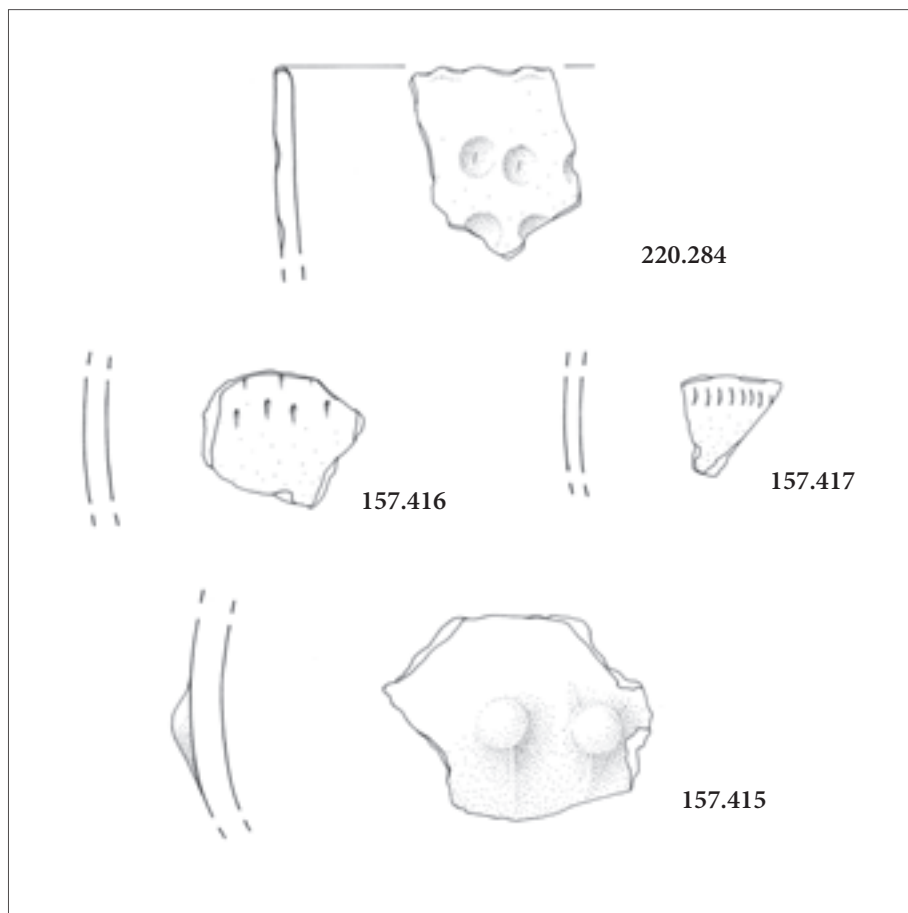



Fig. 4 - Frammenti di recipiente non meglio determinabile e pareti decorate (dis. G. Merlatti; scala 2:3).
- *Rims and decorated fragments (drawings by G. Merlatti; 2:3).*

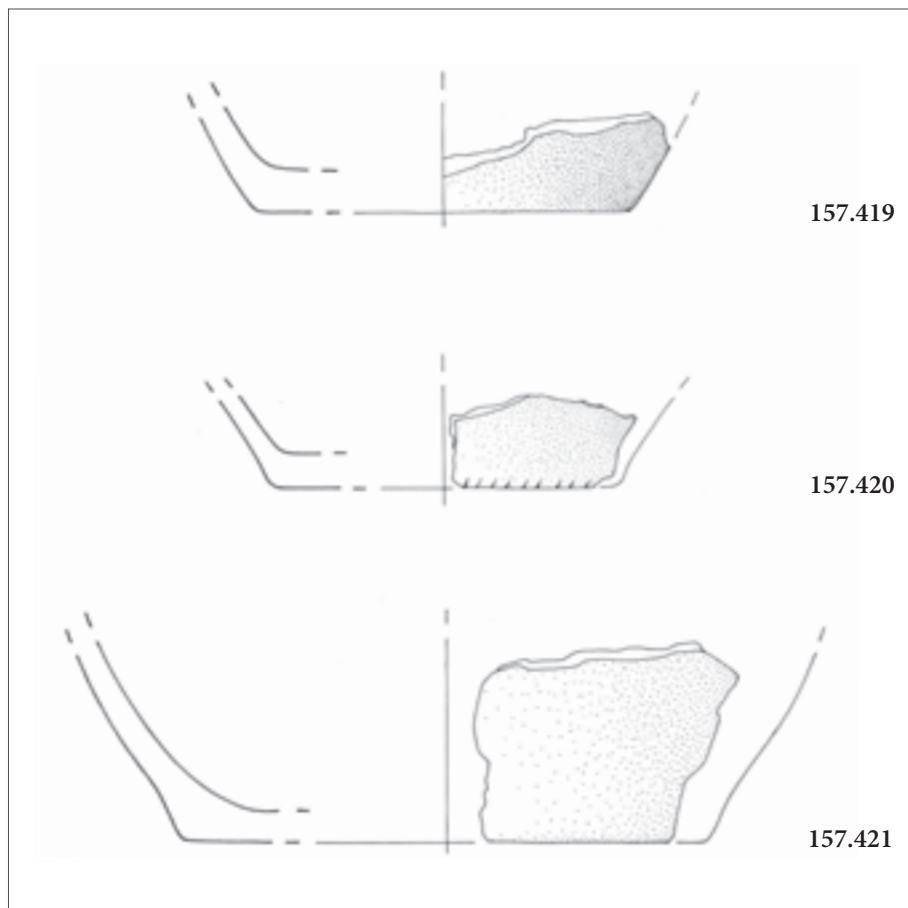



Fig. 5 - Fondi (dis. G. Merlatti; scala 2:3).
- *Bases (drawings by G. Merlatti; 2:3).*

Siti	Scodelle	Vasi profondi	Vasi a quattro beccucci	Pasticche con depressione centrale	Bugne	Bugne pervie	Cordoni lisci	Cordoni impressi	Prese
Palù di Livenza (PN)	X	X	X	X	X	X		X	
Cornuda - Valle San Lorenzo (TV)	X	X	X	X	X	X		X	X
Colmaggiore di Tarzo (TV)	X	X	X					X	
Castelnuovo di Teolo (PD)	X	X	X		X	X		X	
Passo del Piccon (VR)	X	X		X	X			X	
Grotta del Mondo (VR)	X	X						X	
La Caramalda (VR)	X	X	X		X			X	
Martina di Valbissara (VR)	X	X		X				X	
Ferrera di Monte Baldo, Coliel (VR)	X	X		X	X			X	
Le Fasse di Brenzone (VR)		X	X	X				X	
Avesa di Monte Spigolo (VR)	X	X						X	
Calodri (TN)		X	X					X	
San Lorenzo di Storo (TN)				X	X			X	
Castelaz di Cagnò (TN)	X	X						X	
Romagnano Loc. II - strati Q3.R (TN)		X		X	X				
Moletta Patone (TN)	X	X		X					
Linfano (TN)		X			X				
Isera La Torretta (fase 3) (TN)		X							
Isera La Torretta (fase 4) (TN)		X						X	
Fiavè (fase 1) (TN)	X	X		X	X		X	X	
Doss Trento (TN)	X	X	X						
Drena - Campo Sportivo (TN)				X				X	
Mezzocorona - Borgonuovo (TN)	X	X						X	
Covelo, Torlo (TN)								X	
Castel Firmiano (BZ)		X							
Tiseno - S. Ippolito (BZ)	X	X					X		
Aica di Fiè (BZ)	X	X		X					

Fig. 6 - Principali tipi vascolari e decorativi del Tardoneolitico (da VISENTINI 2005).
- *Sinthetic table of decorative styles and pottery repertoire of Late Neolithic (from* VISENTINI *2005).*

- Frammento di collo svasato e bordo assottigliato ornato da doppia fila di impressioni trascinate. Superficie fortemente abrasa. Impasto grossolano. Colore beige/beige/beige. Dimensioni: 5,8x8,0x0,7 cm (n. inv. statale 157.418/inv. museale 24.381).

Recipiente non meglio determinabile (Fig. 4)

- Frammento di orlo diritto. Il bordo è decorato da tracce di impressioni strumentali e il corpo da doppia fila di impressioni trascinate. Impasto medio-grossolano con inclusi spigolosi medio-grandi. Colore giallo/bruno/bruno. Dimensioni 4,7x3,9x0,7 cm (n. inv. statale 220.284/inv. museale 24.366).

Pareti decorate (Fig. 4)

- Frammento di parete decorato da impressioni strumentali alternate su doppia fila. Impasto medio. Colore beige/bruno/bruno. Dimensioni: 3,6x4,2x0,6 cm (n. inv. statale 157.416/inv. museale 24.379).
- Frammento di parete con decorazione impressa ad unghiate. Impasto fine. Colore grigio-beige/grigio/grigio Dimensioni: 2,6x2,5x0,4 cm (n. inv. statale 157.417/inv. museale 24.380).
- Frammento di parete ornata da due bugne appaiate. Impasto grossolano. Colore beige/beige/beige. Dimensioni: 5,2x6,7x0,9 cm (n. inv. statale 157.415/inv. museale 24.378).

Fondi (Fig. 5)

- Frammento di fondo a base piana con attacco angolato e parete a profilo diritto. Impasto medio-grossolano. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni: 2,5x7,5x0,9 cm (n. inv. statale 157.419/inv. museale 24.382).
- Frammento di fondo a base piana con attacco angolato e parete a profilo diritto. Incisioni strumentali oblique

verso il fondo. Impasto grossolano. Colore bruno/bruno/bruno. Dimensioni: 2,5x4,3x0,5 cm (n. inv. statale 157.420/inv. museale 24.383).

- Frammento di fondo a base piana con attacco angolato e parete a profilo arcuato. Impasto grossolano. Colore beige-rosso/bruno/bruno. Dimensioni: 4,8x6,5x0,8 cm (n. inv. statale 157.421/inv. museale 24.384).

Considerazioni

Il nucleo di materiali presentato in questa sede sembra rispecchiare fedelmente le caratteristiche del repertorio noto per il sito di Palù di Livenza. Si tratta di pochi materiali ceramici in impasto perlopiù grossolano le cui forme e decorazioni trovano confronti diretti con il materiale edito e inedito del sito.

Le forme semplici, quali ad esempio, le scodelle a pareti arcuate o diritte con bordo ad impressioni e corpo inornato o decorato a linee incise sono piuttosto diffuse nel repertorio di Palù di Livenza (Peretto & Taffarelli 1973, fig. 1, 3-4; Corti et al. 1998, fig. 2, 4, 6; Visentini 2002, fig. 12, 6-8), dove però compaiono spesso anche esemplari con decoro simile ma a quattro beccucci. Il recipiente a pareti leggermente arcuate, bordo ad impressioni e teoria di bugne sotto l'orlo trova similitudini, anche se con qualche differenza, tra i materiali trovati negli anni Sessanta dello scorso secolo (Peretto & Taffarelli 1973, fig. 1,10). Questa tipologia di decorazione plastica è presente anche su forme relativamente diverse, come accade per il recipiente troncoconico di piccole dimensioni rinvenuto occasionalmente presso il sito (Visentini 1997, pag. 137), così come sono assai diffuse le decorazioni impresse a trascinamento (Visentini 2002, fig. 12, 4-5), strumentali impresse o quelle ad unghiate (Visentini 2002, fig. 13, 9).

Per quanto riguarda i fondi, l'esame dell'intero complesso ceramico aveva già messo in luce la forte presenza della tipologia a base piana (Corti et al. 1998, pag. 266).

Come è già stato più volte espresso (Corti et al. 1998; Visentini 2005, 2006), il repertorio fittile di Palù di Livenza si colloca culturalmente tra quelli che nell'Italia nord-orientale vengono attribuiti al Tardoneolitico. Una fase che in questo territorio è documentata da una trentina di località in cui forme e decorazioni della ceramica rimandano in vario modo alla Cultura dei vasi a bocca quadrata[3], alla Cultura della Lagozza e al mondo nord-alpino[4] (Fig. 6). Per quanto riguarda i dati di cronologia assoluta, le numerose datazioni provenienti dal sito coprono un arco temporale di circa un millennio, collocandosi tra la metà del V millennio a.C e il IV millennio a.C. (per una disamina dei dati cronologici si veda Vitri et al. 2002) e attraversando dunque gli aspetti recenti e tardi del Neolitico di questo areale, che al momento non sembrano del tutto confermati dai materiali.

I reperti presentati in questa sede sono infatti attribuibili tipologicamente al Tardoneolitico e hanno il pregio di ampliare verso nord l'areale dell'abitato già individuato nel corso delle indagini della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia negli anni Novanta dello scorso secolo.

Manoscritto pervenuto il 02.IX.2013, approvato il 01.XII.2013.

3) L'areale del Tardoneolitico dell'Italia nord-orientale coincide quasi esattamente con quello che per ora si conosce del III stile della Cultura dei vasi a bocca quadrata.

4) Si rimanda a Visentini (2006) per tutte le considerazioni di dettaglio su questa fase del Neolitico nell'Italia nord-orientale.

Ringraziamenti

Si ringraziano il sig. Sandro Caligo per l'informazione sul ritrovamento e, per le coordinate del sito, il sig. Marco Cesaratto, che nell'anno 2011-2012 ha redatto una tesi di Laurea Triennale presso l'Università di Udine sulla storia delle ricerche nel sito di Palù di Livenza nell'ambito della quale ha posizionato questo ritrovamento. I disegni sono di Giuliano Merlatti.

Bibliografia

Corti, P., R. Micheli, E. Montagnari Kokelj, G. Petrucci, A. Riedel, M. Rottoli, P. Visentini & S. Vitri. 1998. I siti umidi tardoneolitici: nuovi dati da Palù di Livenza (Friuli-Venezia Giulia, Italia). *Atti del XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì, 8-14 settembre 1996*, 3: 263-75.

Montagnari Kokelj, E. 1997. Palù di Livenza (Pordenone). In *Mammut '89. Catalogo della mostra*, cur. M. Tonon, 190-3. Pordeone: Museo delle Scienze.

Peresani M., & C. Ravazzi. 2001. Le aree umide come archivi paleoambientali e archeologici tra tardiglaciale e Olocene antico: esempi e metodi di ricerca sul Cansiglio e al Palù di Livenza. In *Il Palù alle sorgenti del Livenza: ricerca archeologica e tutela ambientale, Atti della tavola rotonda (Polcenigo, 1999)*, cur. P. Visentini & S. Vitri, 25-60. Pordenone: Comunità Pedmontana del Livenza.

Peretto, C., & C. Taffarelli. 1973. Un insediamento del Neolitico recente al Palù di Livenza (Pordenone). *Rivista di Scienze Preistoriche* 28, n. 1: 235-60.

Taramelli, T. 1896. Alcune osservazioni stratigrafiche nei dintorni di Polcenigo in Friuli. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 15: 297-301.

Taramelli, T. 1904. Sulle condizioni geologiche dei dintorni di Coltura presso Polcenigo. *Giornale di Geologia Pratica* 2: 28-42.

Visentini, P. 1997. Il Neolitico nel Friuli occidentale. In *Siti preistorici del Friuli Occidentale*, cur. D. Gaspardo. Pordenone: Geap.

Visentini, P. 2002. I Siti di Bannia - Palazzine di Sopra e Palù di Livenza nel quadro del Neolitico recente e tardo del Friuli. In *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia*

centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini, Atti del Convegno (Pordenone, 2001), cur. A. Ferrari & P. Visentini, 206-211. Pordenone: Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 4.

Visentini, P. cur. 2005. *Bannia - Palazzine di Sopra una comunità preistorica del V millennio a.C.* Pordenone: Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 5.

Visentini, P. 2006. Aspetti cronologici e culturali della fine del neolitico nell'Italia nord-orientale. In *Preistoria dell'Italia settentrionale. Studi in ricordo di Bernardo Bagolini. Atti del Convegno, Udine settembre 2005*, cur. A. Pessina & P. Visentini, 225-42. Udine: Museo Friulano di Storia Naturale.

Vitri, S. 2001. Lo stato delle ricerche nell'abitato palafitticolo del Palù di Livenza: metodi, risultati, prospettive. In *Il Palù alle sorgenti del Livenza: ricerca archeologica e tutela ambientale, Atti della tavola rotonda (Polcenigo, 1999)*, cur. P. Visentini & S. Vitri, 83-101. Pordenone: Comunità Pedmontana del Livenza.

Vitri, S., N. Martinelli & K. Čufar. 2002 Dati cronologici dal sito di Palu di Livenza. In *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini, Atti del Convegno (Pordenone, 2001)*, cur. A. Ferrari & P. Visentini, 187-98. Pordenone: Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 4.

Federica Zendron

MATERIALI CERAMICI PROTOSTORICI DA CASTIONS DI STRADA (UDINE) E GALLERIANO (LESTIZZA, UDINE)

PROTOHISTORIC POTTERY ASSEMBLAGES FROM CASTIONS DI STRADA (UDINE) AND GALLERIANO (LESTIZZA, UDINE)

Riassunto breve -Vengono presentati due esigui raggruppamenti di ceramica recuperati agli inizi del Novecento dai soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine negli abitati arginati (castellieri) di Castions di Strada e di Galleriano. I cocci provenienti da Galleriano costituiscono un contesto unitario datato al Bronzo Recente, quelli raccolti a Castions di Strada sono ricollegabili alla fondazione e alle due fasi di potenziamento della cinta (fine Bronzo Medio-inizi Bronzo Recente, Bronzo Recente, Bronzo Finale/Primo Ferro). Particolare rilievo ha il rinvenimento in quest'ultimo sito di un'olla del V sec. a.C. che qui per la prima volta documenta una frequentazione, seppur sporadica, dell'insediamento anche dopo il suo abbandono.
Parole chiave: Castions di Strada, Galleriano, Castelliere, Ceramica, Protostoria.

Abstract - *The author presents two small pottery assemblages from two sites explored by the "Circolo Speleologico e Idrologico Friulano" of Udine at the beginning of 20th century: the fortified settlement of Galleriano (Lestizza, Udine) and the village of Castions di Strada (Udine) originally surrounded by embankments. These sites, locally named "castellieri", have been established in the Middle Friuli Plain during the Bronze Age. The pottery from Galleriano is dated to Late Bronze Age. The ceramic from Castions is classified in three assemblages corresponding to the building and the two different development phases of the banks (transitions from the Middle Bronze Age to the Late Bronze Age, the Late Bronze Age and from the Final Bronze Age to the Early Iron Age). In this latter site, the finding of a pot dated to the 5th century B.C. proves the presence of sporadic occupation after its abandonment (during the 8th century B.C.).*
Key words: *Castions di Strada, Galleriano, Fortified settlement ("castelliere"), Pottery, Protohistory.*

1. Introduzione

Tra la fine dell'Ottocento e gli anni Settanta del secolo scorso i soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine esplorarono a più riprese alcune località friulane recuperando un rilevante quantitativo di reperti archeologici costituito in prevalenza da cocci.

Il materiale, inventariato dai membri del Circolo, fu in seguito donato al Museo Friulano di Storia Naturale presso i cui magazzini è ora custodito. Negli anni Ottanta del Novecento venne schedato da Francesca Bressan. Il lavoro della studiosa si concluse con la pubblicazione di un sintetico catalogo non corredato da disegni (Bressan 1988).

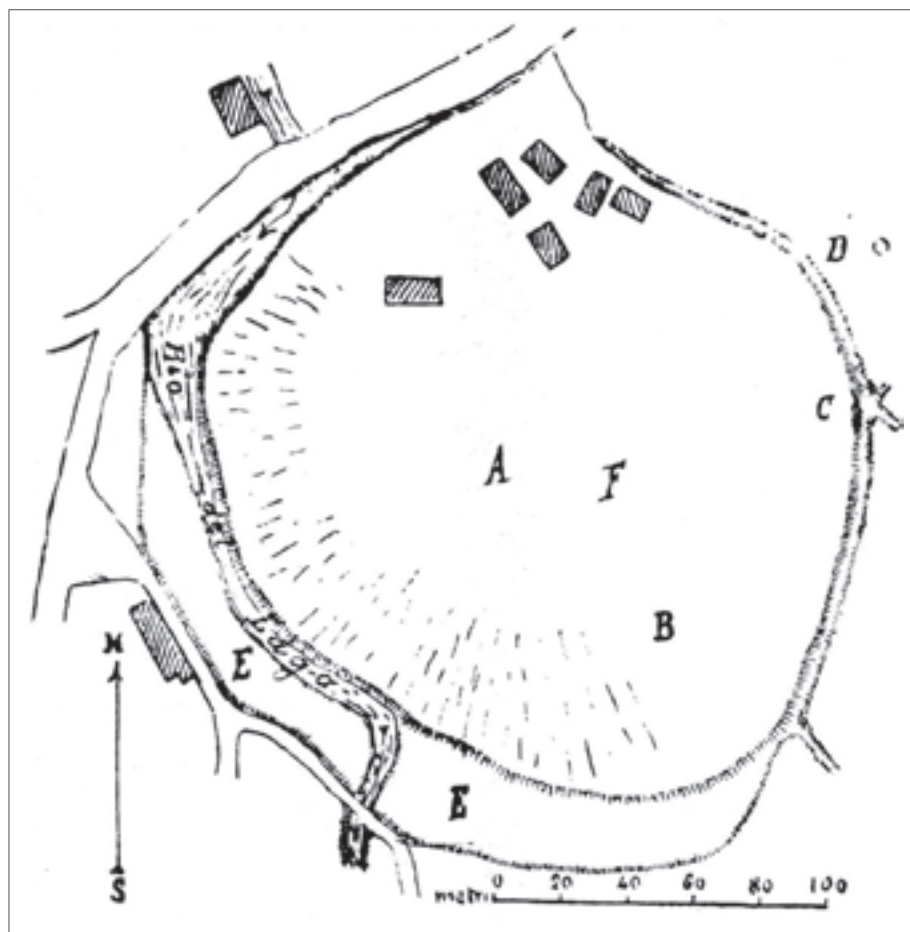
Se si tiene conto di quelli che dovevano essere gli interessi specifici dei soci iscritti al Circolo appare abbastanza ovvio che tra i luoghi esplorati in regione vi fossero per lo più grotte, la maggior parte dislocate lungo le Valli del Natisone e frequentate in epoca preistorica. Singolari invece appaiono le escursioni effettuate nelle località "Cjastelir" di Castions di Strada (Udine) e "Las Rives" presso Galleriano (Lestizza, Udine) ubicate tra l'alta pianura e la linea delle risorgive e sedi di abitati arginati di età protostorica (Bressan 1988, pp. 63 e 65-66).

La peculiarità di questi luoghi fu riconosciuta dal primo presidente del Circolo (1897-1901), Achille Tellini, figura eclettica e di spicco nel panorama culturale nazionale degli inizi del Novecento[1], il quale girò la pianura friulana raccogliendo notizie ed effettuando i rilievi di un numero consistente di questi insediamenti, noti con il nome di castellieri.

All'opera tutt'ora inedita di catalogazione del Tellini che convogliò in parte nell'articolo del 1943 sui tumuli e i castellieri del Friuli scritto dal sottoufficiale dell'Arma del Genio Lodovico Quarina[2], si affiancò

1) Per un quadro di sintesi sulla vita e le opere di Achille Tellini, cfr. Stefanutti 1989.

2) Il Quarina stesso dichiara nell'introduzione del suo articolo di aver visionato le carte del Tellini (appunti e rilievi) che sul finire degli anni Trenta del secolo scorso erano custodite presso la Biblioteca Civica "V. Joppi" (Quarina 1943, p. 54). Per una sintetica biografia del Quarina, cfr. Miotti 1987.

Fig. 1 - Localizzazione dei siti: 1 - Galleriano; 2 - Castions di Strada. In tratteggio la Linea delle Risorgive.
- *Location of the sites: 1 - Galleriano; 2 - Castions di Strada. Dot line indicates the "Linea delle Risorgive".*

Fg. 2 - Il castelliere di Castions di Strada nel rilievo del Quarina (da Quarina 1943, p. 74).
- *The castelliere from Castions di Strada drawings by Quarina (from Quarina 1943, p. 74).*

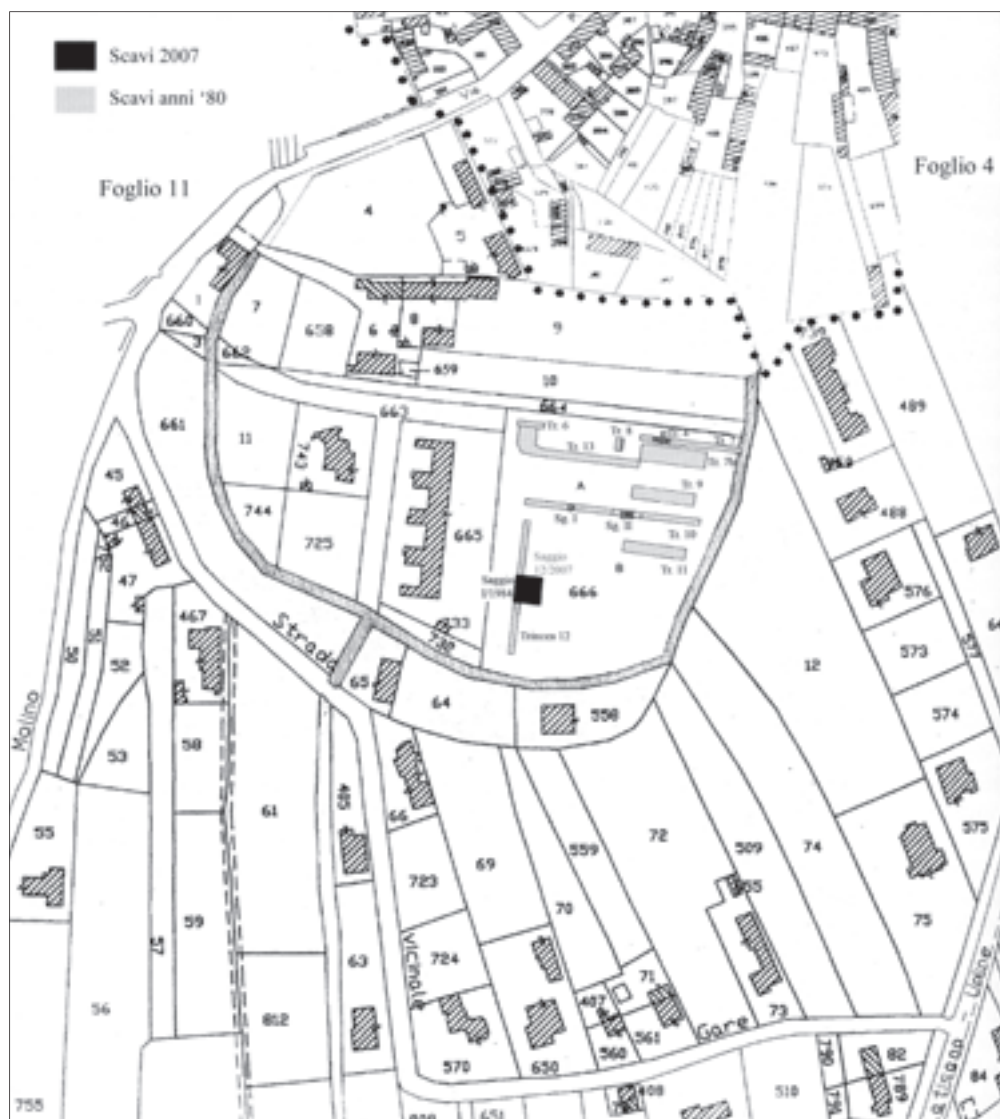



Fig. 3 - Stralcio della mappa catastale di Castions di Strada con in evidenza le trincee 6-12 aperte negli anni Ottanta e tra il 2007-2008 (da Càssola Guida & Corazza 2009a, fig. 1).
- *Cadastral map of Castions di Strada with localization of 6-12 digging trenches (from Càssola Guida & Corazza 2009a, fig.1).*

il lavoro del geologo e geografo Giovanni Battista De Gasperi, altro membro illustre del Circolo, la cui attività di ricerca fu interrotta bruscamente dallo scoppio della Grande Guerra durante la quale perse la vita (De Gasperi 1922, p. 329).

Le ricognizione sui castellieri e la raccolta del materiale ceramico che ne derivò potrebbero essere state effettuate verosimilmente in questo periodo compreso tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del primo conflitto mondiale[3] quando si andava delineando anche in regione un nuovo filone della ricerca archeologica, quello della protostoria.

2. Castions di Strada

Il materiale fittile proveniente da Castions di Strada assomma a 17 frammenti di cui due riferibili a pareti indistinte[4]. È certo il loro rinvenimento sul modesto dosso alluvionale di forma circolare sito a sud dell'attuale paese. Per alcuni frammenti (nn. inv. museale 666, 668 e 670) si conserva infatti ancora l'originario cartellino redatto dai soci del circolo sul quale è indicato, accanto al numero di inventario, la dicitura "Vallo di Castions di Strada"[5] dove il termine "vallo" potrebbe

3) A metà degli anni Sessanta del Novecento Bernardo Chiappa e il professor Piercarlo Caracci del Circolo Speleologico e Idrologico compirono, con il professor Giovanni Fornaciari del Museo Friulano di Storia Naturale, alcuni sopralluoghi e raccolte di materiale di superficie all'interno di un terzo castelliere, quello di Gradisca di Spilimbergo (Pordenone). Il materiale ceramico e i concotti schedati da Francesca Bressan (Bressan 1988, pp. 10-11, 20-37) sono stati di recente riediti in Crismani et al. 2007a, pp. 172-175; Tasca 2007b, p. 342.

4) Esclusa dalla presente trattazione è una porzione di olla ovoide con orlo svasato, margine tagliato verticalmente, breve collo cilindrico e spalla marcata (n. inv. museale 666) in ceramica grezza di epoca storica.

5) Se la provenienza dal castelliere è indubbia, non è possibile attribuire nello specifico al Tellini la scoperta degli oggetti. Sempre secondo il Quarina, il naturalista e geologo friulano verso il 1890 avrebbe trovato nel centro del rialzo due monete e qualche oggetto tra cui un vaso che gli studenti che si era portato appresso ridussero in frantumi.

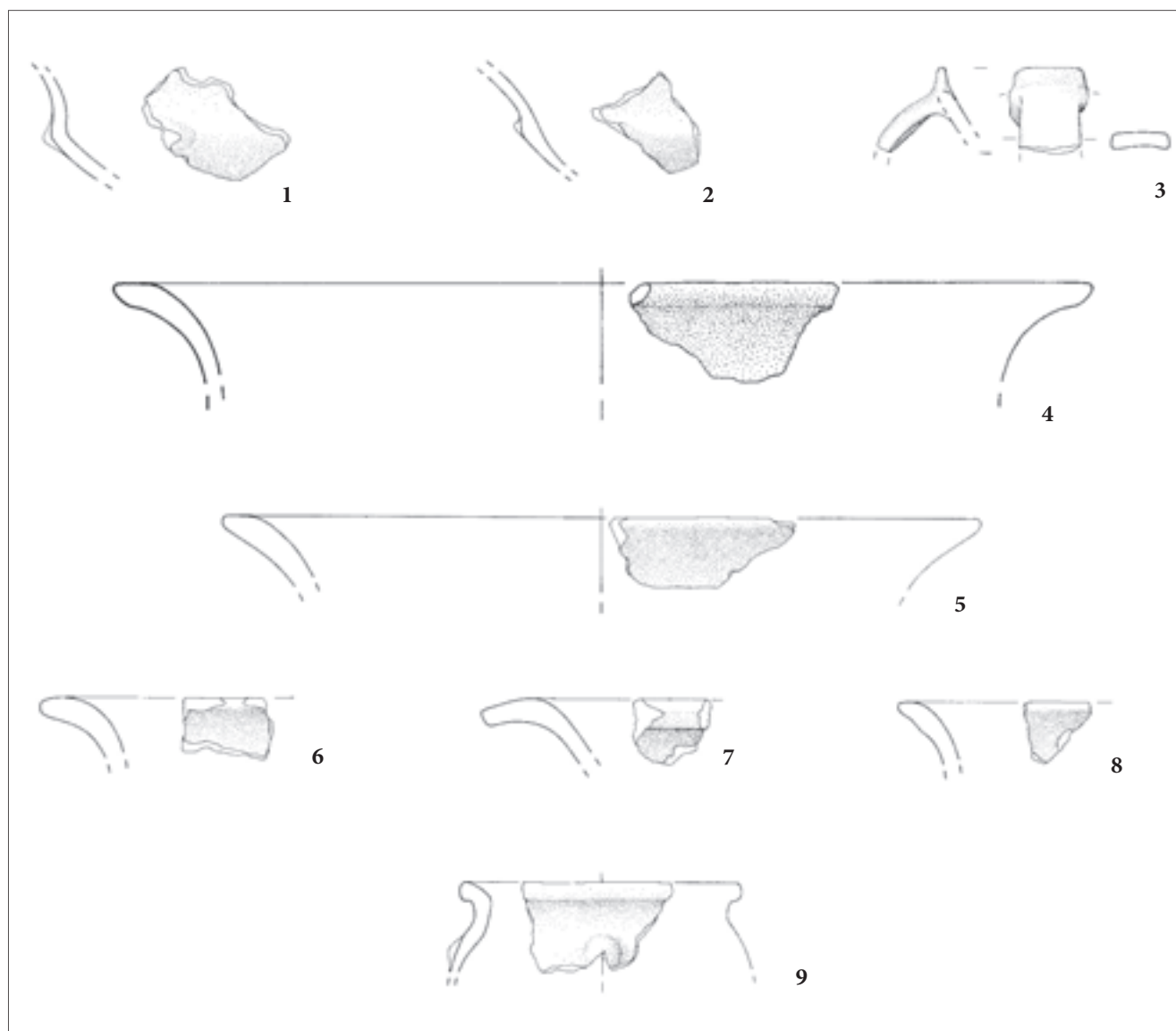



Fig. 4 - Frammenti di ceramica da Castions di Strada (dis. di G. Merlatti; scala 1:3).
- *Pottery from Castions di Strada (drawings by G. Merlatti; 1:3).*

stare ad indicare sia la tipologia dell'insediamento o, in senso più stretto, la sola opera di fortificazione.

Poiché il terrapieno che difendeva l'insediamento non doveva essere più visibile già tra la fine del Settecento e gli inizi dell'Ottocento[6] quando Anton Von Zach eseguì i rilievi per la sua *Kriegskarte* (Von Zach 2005), si può supporre che i cocci furono raccolti lungo il margine sud-occidentale del dosso. In quest'area infatti, in base al disegno del Quarina, si trovava ancora alla fine degli anni Trenta del Novecento un lieve innalzamento del terreno.

A detta dello studioso, un tempo fiancheggiava questo lato del castelliere, ora lambito dalle acque del Rio del Lago o Roggia della Fossa, una sorta di stagno dove giungevano, risalendo lo Zellina, le navi provenienti dalla laguna di Marano.

Lo stesso toponimo rilevato dal Quarina[7] "Mútare de Fuesse" che attualmente dà il nome alla via che costeggia

6) Lo stesso canonico Gian Domenico Bertoli, negli appunti che prese nel XVIII secolo al tempo del rinvenimento nelle campagna di Castions di Strada di un coltello di bronzo del tipo Fontanella, non collegava il manufatto alla presenza di un insediamento fortificato (Lavarone 1991, pp. 52-53).

7) Il Quarina annota accanto al toponimo: "Presso al castelliere vi era una gran fossa, una specie di bacino ora in gran parte interrato che serviva da posto per scaricare le merci verso il castelliere. È detto la Mutera di Fuesse; la Mutera sarebbe così lo stesso castelliere". Ritengo interessante quest'ultima specificazione. Con il toponimo "mutera" ("motta", rialzo, altura) a volte vengono designate in friulano le sepolture a tumulo costruite a partire dall'antica età del bronzo nella pianura friulana. Nonostante gli scavi del castelliere di Sedegliano abbiano messo in luce quattro sepolture collocate all'interno del primo terrapieno, credo sia da escludere che lungo il perimetro del castelliere ci fosse un tumulo. Per il manoscritto del Quarina, cfr. Quarina ined.; per le tombe di Sedegliano, cfr. Canci & Simeoni 2011.

ad occidente il sito potrebbe indicare l'antico fossato e ciò che restava ancora visibile del terrapieno[8].

In questa fascia del dosso (pp. cc. 744 e 725), in seguito alla segnalazione dell'Ispettore onorario Aldo Candussio, furono effettuati nel 1982 (Vitri 1982) i primi sistematici scavi archeologici[9]. Da quel momento Serena Vitri, della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia, condusse le indagini, effettuando in quest'area cinque limitati saggi (trincee 1-5), e si occupò dello studio del materiale.

Altre sette trincee furono aperte tra il 1982 e il 1987 in un lotto di terreno non ancora edificato (p.c. 666) posto nel settore sud-orientale del rilievo (trincee 6-12). Le indagini permisero di mettere in luce numerosi resti di strutture abitative e di servizio, piani di calpestio e fosse di scarico e, lungo il margine del rilievo, la stratigrafia residua del sistema difensivo (terrapieno e fossati esterni). Trascorsi vent'anni dalla chiusura dell'ultimo cantiere le ricerche sul Cjastelir sono riprese ad opera dell'Università degli Studi di Udine con la riapertura e l'ampliamento della trincea 12; tra il 2007 e il 2008 sono stati individuati diversi lacerti di strutture abitative e il fondo di una capanna ovale a cui era annessa una fossa rituale contenente ceramica della prima età del ferro (VIII secolo a.C.).

Dalla preliminare analisi dei dati recuperati sul campo e dell'abbondante materiale fittile raccolto si evince che il sito fu fondato sul finire del Bronzo Medio e venne abbandonato nel corso del Primo Ferro dopo aver subito una serie di rimaneggiamenti di cui le testimonianze più evidenti sono i tre ampliamenti esterni del terrapieno e le fosse di scarico individuate all'interno della trincea 10[10].

8) La questione concernente il periodo di distruzione del terrapieno protostorico è tuttora aperta. Secondo don Carlo Costantini, che nel 1972 compilò una storia del paese, la mancanza dell'aggere è dovuta ad interventi romani. Egli ritiene plausibile che le rovine individuate sul castelliere dal parroco del paese don Placereani nel XIX secolo fossero quelle della cortina innalzata in difesa dell'abitato nel 1491 all'indomani dell'invasione del Friuli da parte dei Turchi (Costantini 1972, p. 29). Della cortina di Castions parla anche il medico e archeologo Tito Miotti nella sua opera dedicata ai castelli del Friuli centrale. Lo studioso, citando anche un articolo del 1895 sui manieri friulani del naturalista ed erudito di storia locale Alfredo Lazzarini e una recensione del libro del Costantini scritta dallo storico medievista Carlo Guido Mor, concorda con il Costantini nell'identificare il castelliere quale luogo di costruzione della cinta difensiva di epoca storica (Lazzarini 1895; Mor 1975; Miotti s.d.).

9) Per una bibliografia completa sugli scavi condotti nel castelliere di Castions di Strada, cfr. Corazza et al. 2006, pp. 62-63; Simeoni 2011, p. 287; Zendron & Corazza 2012.

10) Si veda la descrizione fornita da Serena Vitri e Giovanni Tasca in Càssola Guida et al. 2004, pp. 82-86. Il materiale venuto alla luce nel corso degli scavi delle trincee 3-9 e 11-12 è in corso di studio da parte della scrivente grazie ad un assegno di studio cofinanziato dal Comune di Castions di Strada e dall'Università degli Studi di Udine.

Impasti, forme e singoli elementi

Il materiale si presenta piuttosto eterogeneo per tipologia di impasto, tecnica di lavorazione e stato di conservazione. Un primo gruppo di frammenti (fig. 4/1-3) è stato foggiato con un impasto fine dall'aspetto omogeneo e compatto, di colore nero o nero-bruno, con radi inclusi litici di piccole dimensioni e superfici accuratamente levigate. Due dei tre frammenti (fig. 4/1-2) sono caratterizzati dalla presenza di uno strato ossidato tra la superficie e il nucleo, visibile solo in frattura. Un secondo insieme è costituito da sei orli e da cinque pareti decorate che presentano impasti da semifine (fig. 4/7) a grossolani (figg. 4/4-6 e 8-9). L'impasto semifine, di colore nero, è poco coerente, di aspetto lamellare, con radi e minuti inclusi litici. Le superfici sono lisciate e percorse da microfessurazioni. Tre sono i tipi di impasto grossolano, ricchi di inclusi litici. Il primo presenta inclusi non selezionati di differente granulometria e ha colore prevalentemente nero con superfici per lo più rosse, polverose e fessurate. Il secondo di colore dal nocciola al nero-grigio e dall'aspetto granulare, è abbondantemente arricchito di inclusi calcitici e quarzitici, in due casi mescolati con radi frammenti di cocciopesto (fig. 4/4-5). Le superfici, che hanno una colorazione che va dal nocciola al beige, sono sommariamente lisciate, spesso dilavate e fessurate. Il terzo tipo di impasto è compatto, arancione, con superfici della medesima tinta.

La maggior parte dei manufatti è stata realizzata a mano. Solo un vaso (fig. 4/9) presenta evidenti tracce dell'uso de tornio.

I cocci in ceramica fine sono pertinenti ad un orlo rettilineo di tazza o di ciotola (n. inv. museale 668a, fig. 4/3) inclinato verso l'esterno da cui parte un'ansa a nastro verticale a sezione rettangolare con apofisi a linguetta e a due ciotole carenate (n. inv. museale 669a-b, fig. 4/1-2) di cui si conservano la vasca troncoconica poco profonda con carena accentuata su cui si imposta una presa e la parete fortemente svasata, una concava (fig. 4/1), l'altra rettilinea (fig. 4/2), entrambe assottigliate all'estremità.

Con l'impasto semifine è stato realizzato l'orlo fortemente svasato con labbro a tesa, appiattito e margine tagliato obliquamente, impostato verosimilmente su di un'olla (n. inv. museale 670a, fig. 4/7).

Sono stati foggiati con l'impasto grossolano del primo tipo quattro frammenti di pareti decorate con cordoni plastici digitati (nn. inv. museale. 672a-d). Con l'impasto del secondo tipo sono stati modellati quattro orli svasati, tre dei quali con appiattimento superiore, (nn. inv. museale 671a-b, 670b, 674, figg. 4/4-6 e 8) pertinenti a olle ovoidi e un'olletta con orlo svasato con tesa obliqua, labbro prominente arrotondato, collo cilindrico distinto, spalla marcata decorata da una grossa bugna conica (n. inv. museale. 673+670, fig. 4/9). Un vaso di cui si conserva una porzione di parete decorata da un

cordone plastico (n. inv. museale 670f) è infine stato plasmato con l'impasto del terzo tipo.

Confronti

I cocci, pur nella loro esiguità, confermano e arricchiscono il quadro proposto dalle indagini. I confronti, che si possono istituire in un'area compresa tra la Slovenia e l'Istria a est, l'Austria a nord e il Veneto orientale a ovest, consentono di attribuire a livello cronologico il materiale alle tre macro fasi di occupazioni dell'insediamento individuate grazie al parziale studio della ceramica e al riesame dei vecchi dati di scavo relativi alla stratigrafia residua di terrapieno e fossati. Ad una prima fase, datata al passaggio tra tardo Bronzo Medio e gli inizi del Bronzo Recente, potrebbe essere assegnato il frammento di orlo con ansa con sopraelevazione a linguetta (fig. 4/3). In regione sono cinque le località in cui sono attestate anse con questa peculiare decorazione: Udine, via Manin (area 4); Pozzuolo del Friuli, Braida Roggia (rinvenimento sporadico); Porpetto, Le Isole (US 91); Castions di Strada, Cjastelir (trincea 3, US 3b; trincea 7, US 2g) e Panigai (sporadico)[11]. Essa è diffusa in prevalenza nella pianura udinese, in un'area compresa tra il fiume Cormòr e il fiume Corno con una significativa concentrazione nel sito di Castions di Strada. Gli esemplari noti sono difficilmente inquadrabili in un'unica tipologia. Pur nell'ampia varietà della resa è possibile individuare due modalità di foggiatura della sopraelevazione, a linguetta semicircolare (Porpetto, Pozzuolo, Udine e Pramarine) e a linguetta squadrata (Castions di Strada). In entrambi i casi, ad eccezione delle anse provenienti dalla trincea 3 di Castions di Strada e dall'US 91 di Porpetto, la linguetta ha uno scarso o solo percepibile sviluppo. È applicata a tazze carenate, globose e a profilo sinuoso riferibili a tipi diffusi tra la pianura udinese, il Carso e l'Istria e databili per lo più tra il Bronzo Medio e il Bronzo Recente iniziale[12]. Generici sono invece i confronti che si possono istituire per la resa dell'apofesi[13]. Il materiale fittile rinvenuto in associazione con le tazze convalida in parte l'inquadramento cronologico proposto. Inoltre il ricorrere all'interno delle unità stratigrafiche di Castions di Strada, Porpetto e Udine di alcuni elementi attestati in area carsica (decorazioni a bugne mammellonate, anse a fronte triangolare e a pseudoespansioni aliformi) e per i quali è già stata identificata da diversi autori[14] una più ampia diffusione, sembrerebbe confermare la tesi proposta da Serena Vitri, rivista e integrata alla luce delle nuove scoperte da Giovanni Tasca, sull'esistenza di rapporti tra gli insediamenti della bassa pianura udinese e le regioni lambite dal mare Adriatico[15]. Nello specifico, per il sito di Castions di Strada fondamentale appare lo sfruttamento per tutto il periodo protostorico della direttrice fluviale del Cormòr-Zellina che permetteva un rapido collegamento sia con la laguna di Marano, sia con l'arco alpino orientale[16].

11) Vitri et al. 1991, fig. 3/9 (Udine); Vitri 1983b, fig. 6/6 (Castions di Strada, trincea 3, US 3b); Borgna 1994, fig. 25/1 (Pozzuolo del Friuli); Vitri et al. 1994, fig. 5/7 (Porpetto); Tasca 1996, tav. 2/7 (Panigai). La tazza con sopraelevazione a linguetta proveniente dalla trincea 7, US 2g di Castions di Strada è inedita.

12) Per le tazze carenate di Castions di Strada, trincea 3 e di Udine, via Manin, cfr. Cardarelli 1983, tav. 19/69 (BR 1); Marchesan 1985, fig. 6/59 (BR 1); Capoferri 1988, tav. LV/3 (BR 1 e/o 2); Tasca 2010-11, tav. 77/TA CA B6 (BM3-BR1). Per Porpetto, US 91, cfr. Mizzan 1997, tav. 2/11 (Montedoro). Per Castions di Strada, trincea 7, US 2g, cfr. Moretti 1983a, t. 34,5 (Monte d'Oro); Moretti 1983b, t. 35/1 (Monte Castellir degli Elleri). Per Panigai, cfr. Tasca 2010-11, tav. 86/TA PS1A (BM). Per Pozzuolo del Friuli, Braida Roggia Elisabetta Borgna propone una datazione al tardo Bronzo Recente-passaggio Bronzo Finale, cfr. Cardarelli 1983, tav. 22/67 (BF2); Capoferri 1988, tav. LVIII/11 (BR2).

13) Contenitori (tazze, brocche e boccali) con apofisi più o meno sviluppate con forme semicircolari, squadrate o ad ascia sono rintracciabili in numerosi siti sorti su entrambe le sponde dell'Adriatico tra il Bronzo Antico avanzato e la fase piena del Bronzo Medio (per la Puglia, cfr. Cassano et al. 1987, figg. 74/1, 78/19; Recchia 1993, figg. 9/7, 23/4; Peroni 1989, fig. 70/11. Per le Marche, cfr. Baldelli et al. 2005, figg. 1/6, 5/1, 8/22; Cocchi Genik 2005, fig. 2/1; Lucentini 2005, figg. 2/5, 2/14, 3/3, 3/15. Per i siti balcanici, cfr. Govedarica 1991-92, figg. 1/1-2, 1/5-6, 2/1-2, 2/5, 2/11, 3/14-15). Un esemplare di tazza carenata con linguetta semicircolare piuttosto sviluppata impostata sull'orlo è venuta alla luce nella terramara di Pilastri (Bondeno), un insediamento fondato in un momento avanzato del Bronzo Medio iniziale i cui materiali denunciano stretti legami con la facies di "Grotta Nuova" (Desantis 1997, fig. 165/6). Infine, tazze a calotta e carenate con questo particolare tipo di decorazione si trovano anche in Austria orientale (Neugebauer 1994, Abb. 89/17, 90/2) e in Svizzera (Rageth 1979, Abb. 24/7) in insediamenti del tardo Bronzo Medio. Sull'argomento si vedano anche Borgna 1994, pp.156-157; Botti & Tasca 2006, p. 323; Tasca 2010-11, pp. 261-262.

14) Si veda da ultimo Botti & Tasca 2006 (con amplia bibliografia).

15) Bianchin Citton & Vitri 1991-92; Vitri et al. 1991, pp. 85-86; Vitri et al. 1994, p. 273; Botti & Tasca 2006, p. 323.

16) Lungo lo Zellina, in località Mas del Bosch sono stati rinvenuti uno spargimento di selci con alcuni frammenti di ascia-martello di epoca eneolitica (D'Amico et al. 1996, figg. 150 e 155) e in località Pampaluna, una porzione di piroga del Bronzo Antico (Fozzati 1993). In prossimità della roggia Selva, collegata al sistema dello Zellina, sono stati trovati una spada del tipo "Boiu IIa/Castions di Strada" del XV-metà XIV secolo a.C. (Vitri 2004, n. 4.2.b, con ampia bibliografia), due ripostigli con manufatti e formelle di bronzo sepolti verso una fase iniziale del Bronzo Finale (Vitri 1983a; Borgna 2001, pp. 296-309; Borgna 2004, pp. 90-94) e cocci del Bronzo Recente-Finale (Lavarone 1988). Nei pressi della sua foce, a Carlino, sono stati individuati svariati spargimenti di modeste dimensioni di ceramica del Bronzo Recente ed un terzo ripostiglio, ora disperso (Fontana 2006, p. 213, nn. 22-26). Nella seconda età del ferro, sempre a Carlino, in località Fortin, dopo l'abbandono del Cjastelir, sorse un nuovo castelliere, in cui era attiva un'area artigianale legata alla lavorazione dei fittili e alla trasformazione del limo (Vitri & Corazza 2003; Corazza 2013).

Una seconda via di penetrazione di queste particolari tipologie ceramiche fu inoltre la pista che correva poco al di sopra della linea delle risorgive e che univa il corso del Tagliamento con il basso isontino e i siti sorti lungo le coste del monfalconese.

Ad una seconda fase, collocata tra un momento centrale e la fine del Bronzo Recente, a cui corrisponde il potenziamento esterno dell'argine e lo scavo di un nuovo fossato, si datano le ciotole carenate (fig. 4/1-2). I confronti rimandano ai siti dislocati lungo la Valle del Natisone, agli insediamenti della Slovenia, ai castellieri dell'area carsica triestina e ai coevi abitati della pianura udinese[17]. Genericamente al Bronzo Recente sono datate anche le pareti decorate con cordoni plastici digitati.

All'ultima fase di occupazione del castelliere, tra il Bronzo Finale centrale e l'VIII secolo a.C., sono infine databili gli orli svasati appiattiti (fig. 4/4-6)[18]. Tipici della produzione vascolare friulana di questo periodo, caratterizzati sempre da un impasto piuttosto granulare ricco di inclusi calcitici e quarzitici, i vasi con orli di questa foggia sono comuni agli abitati attivi tra il Carso, la pianura friulana e il Veneto orientale. Numerosi cocci simili sono stati raccolti anche sul Cjastelir in una fossa individuata all'interno della trincea 6 (Vitri 1983b, fig. 7/1-3). Al medesimo areale di diffusione e alla stessa fase cronologica rimanda l'orlo svasato con margine arrotondato (fig. 4/8)[19]. Per il tipo di impasto con cui è stato foggiato, l'orlo con labbro a tesa, verosimilmente pertinente ad un'olla a corpo ovoide di medio grandi dimensioni con imboccatura molto ampia (fig. 4/7), è invece databile al Bronzo Finale maturo[20].

Particolarmente interessante è la presenza sul castelliere dell'olletta con la spalla decorata da bugna datata in base a confronti non puntuali tra il VI e il V secolo a.C.[21] Dal territorio circostante l'abitato provengono quattro frammenti di fibule "tipo Certosa" rinvenuti casualmente e riconducibili a tale periodo[22]. L'olla e i manufatti di metallo testimoniano una frequentazione, seppur sporadica, della zona anche dopo l'abbandono dell'insediamento. Con l'imporsi di nuove direttrici di traffico e all'interno di un mutato quadro di rapporti tra castellieri sopravvissuti alla crisi di fine VIII-VII sec. a.C. e siti arginati di neofondazione, la zona in cui sorgeva il Cjastelir continuò probabilmente a essere un punto di raccordo e una tappa obbligata tra gli ampi territori controllati dagli insediamenti di Carlino - Fortin, Novacco e Pozzuolo del Friuli (Vitri 2005).

3. Galleriano

Il nucelo più consistente di cocci (16 frammenti) di epoca protostorica raccolti dal Circolo Speleologico e Idrologico in comune di Lestizza proviene dal "Vallo di Galleriano". Tre dei sette cocci recuperati a "Lestizza" sono riconducibili ad epoca preromana[23] (n. inv. mu-

17) Moretti 1978a, figg. 3/2 e 4/7 (Nivize); Gerdol & Stacul 1978, figg. 3/2, 3/6 (Ponte S. Quirino); Cardarelli 1983, tavv. 19/48, 19/46 (BR 1); Svoljšak, 1989, T. 1/14, 5/5 (Gradišče nad Ajdovščino e Most na Soči); Borgna 1994, fig. 37/95-96 (Pozzuolo del Friuli, Braida Roggia); Lambertini & Tasca 2006, fig. 21/133 (Rividischia). Per le prese a linguetta impostate sulla carena, cfr. Capoferri 1988, tav. LV/6 (BR 1 e/o 2); Marchesan 1985, fig. 6/49 (BR 1); Lambertini & Tasca 2006, fig. 19/92.1-2 (Rividischia); Dular, Šavel & Tecco 2002, T. 9/6 (Oloris).

18) Si vedano, a titolo esemplificativo, i confronti con il materiale fittile di Pozzuolo del Friuli, Cjastiei. Per fig. 4/4, cfr. Mizzan 1996, tavv. LV/314 LVII/323, LVIII/329; per fig. 4/5, cfr. Mizzan 1996, tav. III/15; per fig. 4/6, cfr. Mizzan 1996, tavv. LIX/341, CL/1039 (Pozzuolo del Friuli, Cjasiei.). Per una più approfondita trattazione su diffusione, cronologia e tipologia degli orli svasati con appiattimento si rimanda a Prosdocimi 2010-11.

19) Mizzan 1996, tavv. LX/350, CXL/946 (Pozzuolo del Friuli, Cjasiei).

20) Confronti generici si possono stabilire con orli di vasi provenienti dal castelliere di Variano attualmente in corso di studio da parte di Susi Corazza. Pur con accenno di spigolo interno gli si può accostare Crismani et al. 2007a, tav. IV/29 (Gradisca di Spilimbergo). Si veda in particolar modo l'inquadramento tipologico presentato dalle autrici del catalogo, Crismani et al. 2007b, pp. 257-258.

21) L'olla per la presenza della tesa obliqua e del collo distinto è solo genericamente accostabile ai vasi con labbro "a voluta" o "a ricciolo" rinvenuti nella pianura udinese a Pozzuolo, Campo Cuppari (Balista et al. 1981, fig. 19/1) e Cjastiei (Mizzan 1996, tav. CXXXVIII/933), a Gradiscutta di Varmo (Tasca 2007a, tav. 97/309) e a Carlino, Fortin (Vitri & Corazza 2003, fig. 1/4); lungo la sponda destra del Tagliamento a Gradisca di Spilimbergo (Crismani et al. 2007a, tav. 220/410); sul Carso triestino e goriziano nella Grotta del Mitreo (Montagnari Kokelj & Crismani 1997, figg. 24/225, 39/373), a Rupinpiccolo (Maselli Scotti 1983b, tav. 54/7), a Castellazzo di Doberdò (Montagnari Kokelj 1989, tav. 7/4) e a S. Polo (Mizzan 1989, tav. 26/6-7). La decorazione a bugna è presente su di un'olletta inedita proveniente da Pozzuolo, Campo Cuppari e su un'olla di più grandi dimensioni recuperata a Stazione del Terzo Ramo del Timavo (Maselli Scotti 1983a, tav. 51/7). Per il trattamento del labbro un confronto più puntuale si può trovare in, Mizzan 1989, tav. 27/5 (S. Polo).

22) Tre frammenti di fibula sono stati rinvenuti a ovest del paese, in località Cjalminis, lungo la strada che collega il Cjastelir con il torrente Cormòr (Cividini 2002, tav. 8/B4-5, foto 15), un quarto è stato recuperato in località Paradiso-Rem del Sterp, in un terreno coltivato a pioppeto non distante dal bivio Paradiso (Cividini 2002, p. 219, B1). In entrambe le zone sono affiorati dal terreno numerosi resti romani riferibili a due grandi ville rustiche.

23) Il materiale identificato dai membri del Circolo con la dicitura "Lestizza" è composto, oltre che dal coccio protostorico e da due pezzi di intonaco con tracce di incannucciato, da tre frammenti di embrice (nn. inv. museale 684 e 686). Diversamente da quel che dichiara la Bressan non ritengo che i manufatti debbano per forza di cosa provenire dal castelliere. Numerose sono infatti le attestazioni di epoca romana in tutto il territorio del comune e nei pressi del paese sono emersi resti riconducibili a tre ville (Cividini 1999, pp. 177-184).

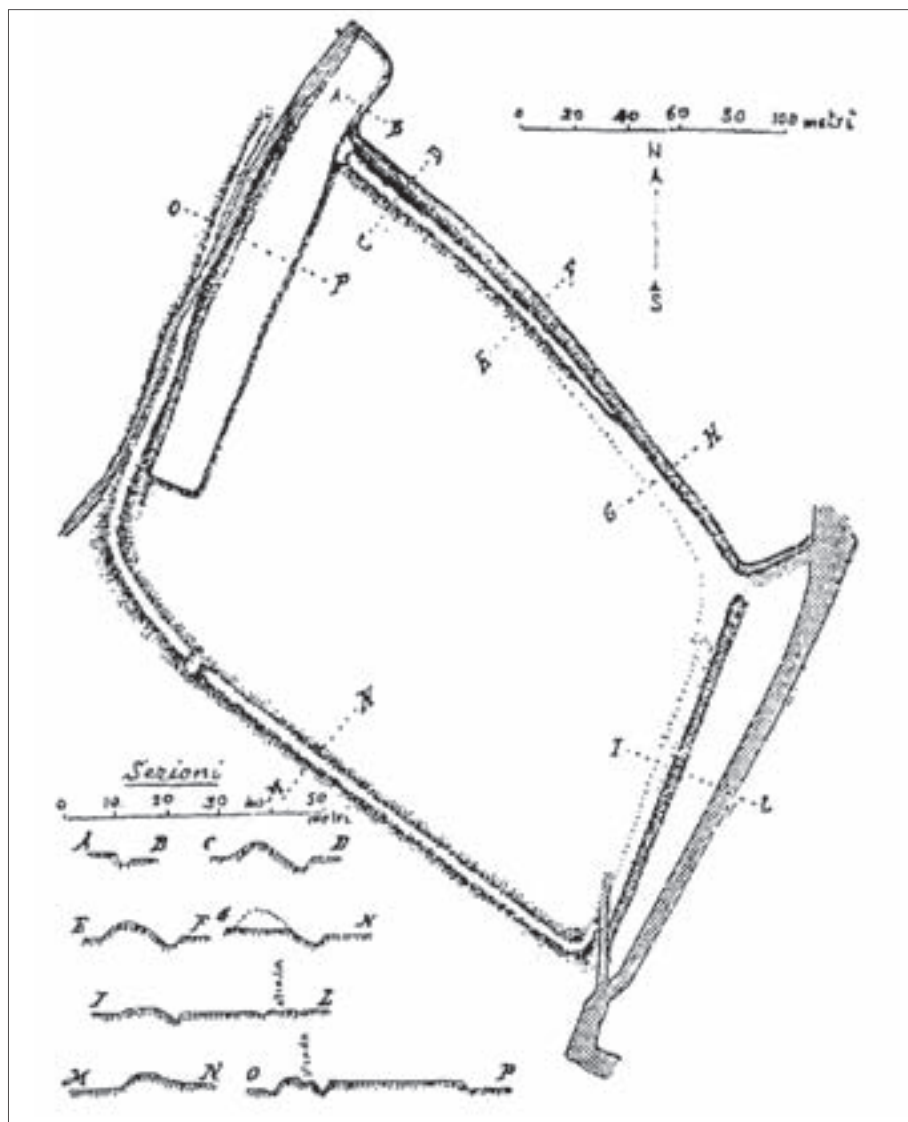



Fig. 5 - Il castelliere di Galleriano nel rilievo del Quarina (da Quarina 1943, p. 59).
- *The castelliere of Galleriano drawings by Quarina (from* Quarina *1943, p. 59).*

seale 685a-b). Come nel caso del castelliere di Castions di Strada, anche l'insediamento fortificato di Galleriano fu censito dal De Gasperi e rilevato dal Tellini e dal Quarina (De Gasperi 1922, p. 330; Tellini 1900, p. 20; Quarina 1943, pp. 58-59). Il disegno del Tellini e quello eseguito nel 1873 dallo Zugliani[24] testimoniano come il terrapieno di forma romboidale con i vertici orientati N-S ed E-O, fosse agli inizi del Novecento ancora integro. La pianta pubblicata dal Quarina invece attesta l'avvenuta rimozione di una parte del margine orientale dell'argine.

I rinvenimenti di manufatti di epoca protostorica all'interno del castelliere[25] furono scarsi e sporadici fino al 2003 quando l'Università degli Studi di Udine condusse una prima campagna di scavo presso il vertice settentrionale del terrapieno e sul cosiddetto "Campo romano", una fascia di terreno sopraelevato rispetto al piano di campagna che si estende all'interno del sito a ridosso del lato nord-occidentale. Le indagini, come a Castions di Strada condotte da Susi Corazza sotto la direzione di Paola Càssola Guida, proseguirono nel 2007 e consentirono di riportare alla luce i resti di una grande capanna del Bronzo Recente e l'antico accesso all'abitato[26].

Impasti, singoli elementi e confronti

I manufatti, rinvenuti presumibilmente all'interno di un contesto unitario, sono tra di loro affini per quel che riguarda la tipologia degli impasto e lo stato di conservazione. Sono attestate due varietà di impasti

24) Il rilievo ad acquerello è conservato presso gli archivi della Biblioteca Civica "V. Joppi" di Udine e pubblicato in Floreano 2004, p. 33.

25) Nel 1999, in un campo poco distante dal vertice settentrionale del castelliere, fu scoperto un ripostiglio di bronzi interrato nel corso del Bronzo Finale (Borgna 2001, pp. 321-323; Borgna 2004, pp. 96-97; Borgna & Girelli 2011).

26) Per una completa bibliografia dei rinvenimenti sporadici e degli scavi, cfr. Corazza, Simeoni & Zendron 2006, p. 70; Simeoni 2011, p. 293; Zendron 2012.

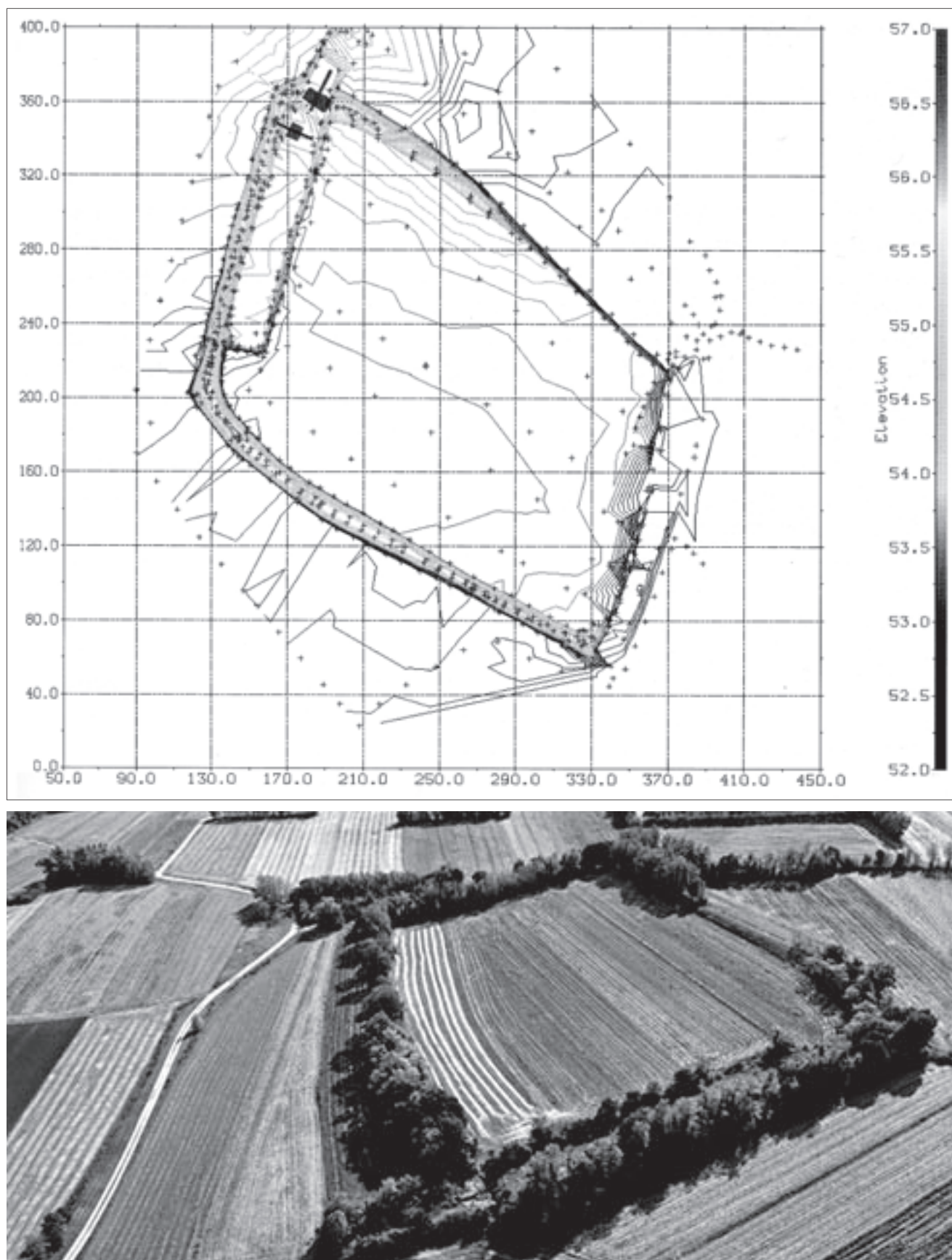



Fig. 6 - Planimetria del castelliere di Galleriano con indicazione dei saggi di scavo 1 e 2 (da Càssola Guida & Corazza 2009b, fig. 1). Sotto, vista aerea attuale (da www.lagrame.itindex.phplang).
- *Planimetry of castelliere of Galleriano with localization of 1-2 digging trenches (from Càssola Guida & Corazza 2009b, fig. 1). Below aerial wiew of the area (from www.lagrame.itindex.phplang).*

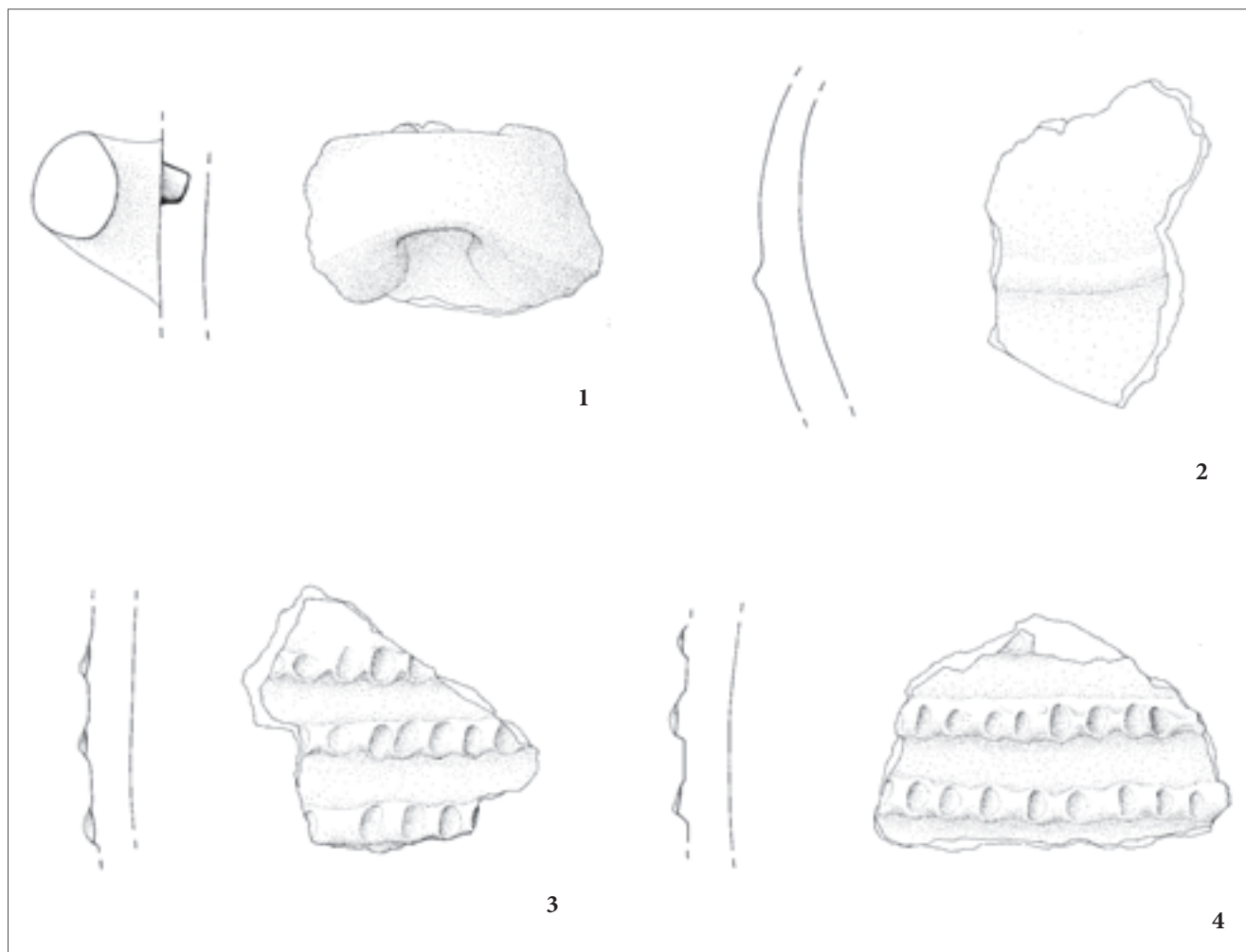



Fig. 7 - Frammenti di ceramica da Galleriano (dis. di G. Merlatti; scala 1:3).
- Pottery from Galleriano (drawing by G. Merlatti; 1:3).

grossolani, entrambi di aspetto granulare, con presenza di abbondanti inclusi litici non selezionati e distribuiti disomogeneamente. Il primo ha un colore che va dal bruno al nero e superfici brune, il secondo ha tinta arancione, sia in frattura che in superficie. Le superfici sono trattate in modo sommario. Due cocci (nn. inv. museale 625 e 649a) presentano i segni tipici di una sovraesposizione al fuoco.

I frammenti appartengono nella maggior parte dei casi a contenitori di grandi dimensioni (dolii e scodelloni), di forma troncoconica e ovoide, con pareti spesse (n. inv. museale 648) decorate da cordoni plastici orizzontali lisci (n. inv. museale 647, fig. 7/2) o digitati (nn. inv. museale 649, 650, fig. 7/3; n. inv. museale 687, fig. 7/4).

Ad un dolio deve appartenere anche la robusta ansa a maniglia a sezione subcircolare (n. inv. museale 625, fig. 7/1). Un solo pezzo è riconducibile ad un vaso con spalla ornata da leggere e larghe costolature oblique (n. inv. museale 685a).

Frammenti di contenitori cordonati sono stati raccolti in gran quantità all'interno del castelliere in contesti datati al Bronzo Recente (ZENDRON 2012, p. 3)[27]. Al medesimo orizzonte cronologico e alla fase di passaggio tra il Bronzo Recente e il Bronzo Finale rimandano i confronti con manufatti simili presenti in siti del Friuli e del Veneto[28]. Mancano invece in regione puntuali raffronti per l'ansa a maniglia (fig. 7/1). Elementi da presa simili sono presenti in siti del Bronzo Medio-Recente del Carso e dell'Istria, decorati da impressioni circolari e da costolature o muniti alle radici di attacchi

27) I manufatti fittili raccolti nel corso delle ricognizioni e degli scavi effettuati dall'Università degli Studi di Udine sono quasi del tutto inediti.

28) Per le forme a cui potrebbero essere riconducibili i frammenti di fig. 7/2-3, cfr. GNESOTTO 1981, fig. 10/c (Canale Anfora); MARCHESAN 1985, fig. 7/68 (BR1); CÀSSOLA GUIDA & VITRI 1988, tav. I/1, I/4 (Castions di Strada); CORAZZA 1999, figg. 4/2 e 5/1 (Montereale Valcellina, ambiente γ); LAMBERTINI & TASCA 2006, fig. 6/1-2 (Rividischia); CÀSSOLA GUIDA et al. 2004, fig. 1/B2/8 (Pozzuolo del Friuli, Cjastiei, "sottofondo a cocci"); TASCA 2011, tavv. 20/71, 27/06 (Piancada, Volpares). Per fig. 7/4, cfr. BRESSAN 1989, tav. 3/4 (Kovačeva jama, Robič); URBAN 1993, T. 86/ (Cerea Tombole); TASCA 2010-11, tav. 20/59 (Piancada, Volpares).

a piastra[29]. Anse a maniglia meno massicce e impostate su olle, vasi a collo e biconici foggiati con impasti molto diversi dall'esemplare di Galleriano si ritrovano in abitati del Bronzo Finale tardo e della prima età del ferro (Cardarelli 1983, tav. 22/118) del Friuli, del Carso e del Veneto orientale. Anse a maniglia sono inoltre documentate nel Bronzo Recente su olle, biconici e orci in Veneto occidentale e in area terramaricola sia all'interno degli insediamenti che in necropoli; sono infine attestate su contenitori fittili del Bz D-Ha A1 in Slovenia, con il nastro rivolto verso il basso[30].

Difficoltoso è inquadrare il frammento di spalla ornato da costolature a causa delle ridotte dimensioni del coccio e del cattivo stato di conservazione. Il motivo decorativo è simile a quello che orna le pareti di un'olletta recuperata durante gli scavi (Zendron 2012, p. 2) e le spalle di tazze biconiche e lenticolari, rinvenute in Friuli, in Veneto orientale e in Slovenia tra il Bronzo Recente evoluto e il passaggio al Bronzo Finale[31].

Considerazioni conclusive

In quest'ultimo ventennio grazie all'apporto di indagini e ricerche ad ampio respiro in ambito protostorico si sta progressivamente delineando anche per il Friuli Venezia Giulia, in particolar modo per il settore planiziale centrale della regione, una più articolata visione sulla nascita e sullo sviluppo degli insediamenti stabili di lunga durata e un più chiaro e generale quadro crono-tipologico dei manufatti ceramici[32].

Sebbene questo lavoro a lungo atteso non sia ancora concluso[33], i dati preliminari consentono già di attribuire una più concreta e diversificata identità alla cosiddetta facies dei castellieri individuata da Renato Peroni (Peroni 1996) e permettono, inoltre, di rimarcare l'importante ruolo di cerniera svolto dal Friuli Venezia Giulia tra Europa e Adriatico nel corso della protostoria (Càssola Guida 2006; Càssola Guida & Corazza 2009a; Borgna & Càssola Guida 2009; Simeoni & Corazza 2011a).

Il materiale proveniente dagli insediamenti fortificati di Castions di Strada e Galleriano si inserisce perfettamente all'interno di questa disàmina; trova una sua precisa collocazione sia nelle tre fasi abitative dei castellieri e nei diversi e segmentati contributi sulla tipologia ceramica friulana.

Ai soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine va il merito d'aver riconosciuto, in un periodo in cui nulla o poco si conosceva della protostoria locale, il valore storico e archeologico di questo ridotto numero di frammenti.

Manoscritto pervenuto il 12.IX.2013, approvato il 16.X.2013.

Ringraziamenti

Ringrazio la dott.ssa Paola Ventura per la fiducia accordatemi. Ringrazio inoltre la dott.ssa Susi Corazza che mi ha consentito di visionare i disegni inediti della ceramica di Pozzuolo del Friuli (Campo Cuppari) e il materiale fittile proveniente dai castellieri di Galleriano, Variano e Novacco depositati presso il Laboratorio di Preistoria e Protostoria dell'Università degli Studi di Udine.

Bibliografia

Baldelli, G., G. Bergonzi, A. Cardarelli, I. Damiani & N. Lucentini. 2005. Le Marche dall'antica alla recente età del bronzo. In *Preistoria e protostoria delle Marche*, Atti XXXVIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Portonovo, 1-5 ottobre 2003), 540-579. Firenze.

Balista, C., P. Càssola Guida, M. Moretti, E. Montagnari, S. Vitri & C. Zaccaria. 1981. Pozzuolo del Friuli 1980: relazione preliminare. *Atti dei Civici Musei di Storia e Arte di Trieste* 12, n. 1: 37-120.

29) Moretti 1978b, fig. 6/1(Monte Grisa); Cardarelli 1983, tav. 25A/1 (Monte Castelir di Brioni); Mizzan 1997, fig. 5/21-23 (Montedoro).

30) Per l'Italia, cfr. Capoferri 1988, tav. LII/13 (BR 1); Belluzzo & Salzani 1997, fig. 203/9 (Sabbionara di Veronella); Cardarelli et al. 1997, fig. 98/9 (Montale); Bernabò Brea et al. 1997, fig. 188/7 (S. Rosa di Poviglio); Cardarelli 1997, fig. 394/ 2 (Casinalbo); Morico 1997, fig. 400/1-2. Per la Slovenia, cfr. Horvat-Šavel 1989, Sl. 4/c (Bz D-Ha A1); Strmčnik-Gulič1989, T. 1/12 (Rabelčja vas).

31) Per il motivo decorativo, cfr. Cardarelli 1983, tav. 19/177 (BR2); Horvat-Šavel 1988-89, Sl. 4/f (Bz D-HA A1). Per le tazze biconiche, cfr. Tasca 2010-11, tav. 28/TA LE1 (BR2-BF1); Moro & Tasca 2010, pp. 123-125 (con bibliografia di riferimento). Per le tazze lenticolari, cfr. Tasca 2010-11, tav. 88/ TA LE3-LE1/LE3 (BR2-BF1).

32) Si vedano in particolare le campagne di scavo condotte dall'Università degli Studi di Udine nei castellieri di Castions di Strada, Galleriano, Gradisca sul Cosa, Novacco, Pozzuolo del Friuli, Rive d'Arcano, Savalons, Sedegliano e Variano, le indagini compiute da Giovanni Tasca nei siti di Codroipo/Gradisce e Codroipo/Rividischia e le pubblicazioni dedicate all'età del rame (Borgna et al. 2011) e alle dinamiche insediative antiche nella bassa pianura friulana (Fontana 2006). Per la tipologia si consultino gli studi di Giovanna Gambacurta sulla ceramica della seconda età del ferro nel territorio compreso tra il Sile e il Tagliamento (Gambacurta 2007), di Benedetta Prosdocimi sulle olle ad orlo appiattito (Prosdocimi 20010-2011) e di Giovanni Tasca sui siti della bassa pianura (Tasca 2010-2011).

33) Una prima proposta di seriazione della ceramica proveniente principalmente dai castellieri del Carso e dell'Istria risale al 1983 (Cardarelli 1983). A questa si può affiancare un preliminare lavoro effettuato da Paola Càssola Guida e Serena Vitri nel 1988 sui fittili recuperati negli abitati arginati del Friuli centrale (Càssola Guida & Vitri 1988). Manca a tutt'oggi un contributo che abbracci l'intero periodo protostorico. Gran parte dei dati sulle indagini effettuate dall'Università degli Studi di Udine sono in fase di rielaborazione. Un contributo preliminare ai risultati si può trovare in Simeoni & Corazza 2011b.

Belluzzo, G., & L. Salzani. 1997. Sabbionara di Veronella (VR). In *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 368-69. Milano: Electa.

Bernabò Brea, A.M., L. Bronzoni, A. Mutti & N. Provenzano. 1997. Lo strato sommitale del Villaggio grande di S. Rosa di Poviglio a Fodico di Poviglio (RE). In *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 348-50. Milano: Electa.

Bianchin Citton, E., & S. Vitri. 1991-1992. Italia nord-orientale. Veneto nord-orientale e Friuli. In *L'età del bronzo in Italia nei secoli dal XVI al XIV a.C.*, 56-61. Rassegna di archeologia 10.

Borgna, E. 1994. I materiali. In P*ozzuolo del Friuli, 1. I resti della tarda età del bronzo in località Braida Roggia*, cur. P. Càssola Guida & E. Borgna, 41-196. Roma: Studi e Ricerche di Protostoria Mediterranea 2.

Borgna, E. 2001. I ripostigli del Friuli: proposta di seriazione cronologica e di interpretazione funzionale. *Rivista di scienze preistoriche* 51: 289-335.

Borgna, E. 2004. I ripostigli del Friuli. In *L'età del bronzo recente in Italia*, Atti del Conv. Naz. (Lido di Camaiore, 26-29 ottobre 2000), cur. D. Cocchi Genick, 99-100. Viareggio (Lucca): Ed. M. Baroni.

Borgna, E., & P. Càssola Guida. 2009. Seafarers and land-travellers in the Bronze Age of the nortnern Adriatic. In *A connecting Sea: Maritime Interaction in Adriatic Prehistory,* cur. S. Forenbaher, 89-104. Oxford: BAR International Serier 20137.

Borgna, E., & D. Girelli. 2011. Lestizza. I bronzi di Galleriano tra Friuli ed Europa. In *Di terra e di ghiaia. Tumuli e castellieri del Medio Friuli tra Europa e Adriatico*, cur. S. Corazza & G. Simeoni, 234-45. Mereto di Tomba (Udine): Ed. La Grame.

Borgna, E., P. Càssola Guida, G. Simeoni, P. Visentini & S. Vitri. 2011. Aspetti e problemi dell'età del rame nelle regioni altoadriatiche dal Friuli al Carso. In *L'età del rame in Italia*, Atti XLIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Bologna, 26-29 novembre 2008), 59-67.

Botti, J., & G. Tasca. 2006. Diffusione e incontro di indicatori culturali subappenninici e carsici in Friuli nella ceramica del Bronzo recente. In S*tudi di Protosotria in onore di Rento Peroni*, 317-26. Firenze: Ed. All'insegna del Giglio, ser. Preistoria e Protostoria.

Bressan, F. 1988. *Catalogo dei fittili preistorici del Museo Friulano di Storia Naturale (reperti friulani)*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 33.

Bressan, F. 1989. Le valli del Natisone e la Kovačeva jama di Robič. *Arheološki Vestnik* 39-40: 519-23.

Canci, A., & G. Simeoni. 2011. Sedegliano. I custodi del villaggio: case di morti tra i vivi, In *Di terra e di ghiaia. Tumuli e castellieri del Medio Friuli tra Europa e Adriatico*, cur. S. Corazza & G. Simeoni, 193-99. Mereto di Tomba (Udine): Ed. La Grame.

Capoferri, B. 1988. *Cronologia dell'età del Bronzo media e recente nell'area Transpadana Centro-Orientale*. Cavriana, Brescia: Collana Archeologia Padana 2.

Cardarelli, A. 1983. Castellieri nel Carso e nell'Istria: cronologia degli insediamenti fra media età del bronzo e prima età del ferro. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 87-112. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.

Cardarelli, A. 1997 La necropoli di Casinalbo (MO). In *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 689-96. Milano: Electa.

Cardarelli, A., M. Cremaschi, M. Cattani, D. Labate, & G. Steffè, 1997. Nuove ricerche nella terramara di Montale (Modena). Primi risultati. In *Le terramare. La più antica civiltà padana,* Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 224-28. Milano: Electa.

Cassano S.M., A. Cazzella, A. Manfredini & M. Moscoloni. 1987. I materiali dell'età del bronzo di Coppa Nevigata. In *Coppa Nevigata e il suo territorio. Testimonianze archeologiche dal VII al II millennio a.C.*, Catalogo della Mostra, cur. S.M. Cassano, A. Cazzella, A. Manfredini & M. Moscoloni, 146-90. Roma: Quasar.

Càssola Guida, P. 2006. Nuove note di protostoria friulana. In *Tracce archeologiche di antiche genti. La protostoria in Friuli*, cur. S. Corazza, G. Simeoni & F. Zendron, 17-50. Montereale Valcellina (Pordenone): Circolo Culturale Menocchio.

Càssola Guida, P., & S. Vitri. 1988. La ceramica dei castellieri. In *I sette castra di Paolo Diacono ed altri studi castellologici*. *I castelli del Friuli,* 7, cur. T. Miotti, 221-59. Udine.

Càssola Guida, P., S. Corazza, A. Fontana, G. Tasca & S. Vitri. 2004. I castellieri arginati del Friuli. In *L'età del bronzo recente in Italia*, Atti del Congr. Naz. (Lido di Camaiore, 26-29 ottobre 2000), cur. D. Cocchi Genick, 77-89. Viareggio (Lucca): Ed. M. Baroni.

Càssola Guida, P., & S. Corazza. 2009a. First clues as to the emerging of élites and long-distance relationships in the upper adriatic hinterland at the end of the Bronze Age. In *Dall'Egeo all'Adriatico: organizzazioni sociali, modi di scambio e interazione in età postpalaziale (XII-XI sec. a.C.)*, Atti del Sem. Int. (Udine, 1-2 dicembre 2006), cur. E Borgna & P. Càssola Guida, 273-287. Roma: Studi e Ricerche di Protostoria Mediterranea 8.

Càssola Guida, P., & S. Corazza. 2009b. Castions di Strada (UD). Scavi nel castelliere. *Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia* 2/2007: 141-43.

Càssola Guida, P., & S. Corazza. 2009c. Galleriano di Lestizza (UD). Scavi nel castelliere. *Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Friuli Venezia Giulia* 2/2007: 144-47.

Cividini, T. 1999. *Lestizza*. Presenze romane nel Territorio del Medio Friuli. 7. Tavagnacco.

Cividini, T. 2002. *Castions di Strada*. Presenze romane nel Territorio del Medio Friuli. 9. Udine.

Cocchi Genick, D. 2005. L'area marchigiana nel contesto peninsulare dall'antica alla media età del bronzo. In *Preistoria e protostoria delle Marche*, Atti XXXVIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Portonovo, 1-5 ottobre 2003), 582-93. Firenze.

Corazza, S. 1999. Nuovi dati sul Bronzo finale iniziale dalla Pedemontana pordenonese. In *Atti del XX convegno di Studi Etruschi ed Italici. Protostoria e storia del "Ve-*

netorum angulus" (Portogruaro - Quarto d'Altino - Este - Adria, 16-19 ottobre 1996), cur. O. Paoletti & L. Tamango Perna, 117-31. Pisa-Roma: Istituto di Studi Etruschi ed Italici.

Corazza, S. 2013. Il sito di Fortin. Produzione e traffici lungo la via fluviale dello Zellina. In *Alle porte del mare. Paesaggi d'acqua e di storia nella Laguna di Marano,* Catalogo della Mostra (Marano Lagunare, 1 settembre 3 novembre 2013), cur. R. Auriemma & P. Maggi, 58-65. Trieste: Ed. Luglio.

Corazza, S., G. Simeoni & F. Zendron. 2006. *Tracce archeologiche di antiche genti. La protostoria in Friuli*. Montereale Valcellina (Pordenone): Circolo Culturale Menocchio.

Costantini, C. 1972. *Castions di Strada. Appunti storici*. Udine: ed. Nuova Base.

Crismani, A., E. Floreano, R. Merlatti, S. Mizzan & S. Pettarin. 2007a. Il catalogo della ceramica. In *Gradisca di Spilimbergo. Indagini di scavo in un castelliere protostorico*, cur. P. Càssola Guida & C. Balista, 127-55. Roma: Studi e Ricerche di Protostoria Mediterranea 7.

Crismani, A., E. Floreano, R. Merlatti & S. Mizzan. 2007b. La ceramica protostorica della fasi antiche: commento tipologico. In *Gradisca di Spilimbergo. Indagini di scavo in un castelliere protostorico*, cur. P. Càssola Guida & C. Balista, 257-77. Roma: Studi e Ricerche di Protostoria Mediterranea 7.

D'Amico, C., M. Ghedini, R. Micheli & E. Montagnari Kokelj. 1996. Le asce forate del Friuli-Venezia Giulia. In *Le vie della pietra verde. L'industria litica levigata nella preistoria dell'Italia settentrionale*, Atti del Convegno (Torino-Alba 1996), cur. M. Venturino Gambari, 229-38. Torino: Omega edizioni.

De Gasperi, G.B. 1922. Pochi dati sui castellieri friulani. In *Scritti vari di Geografia e Geologia*, cur. G. Dainelli. Udine: Pubblicazione postuma.

Desantis, P. 1997. Pilastri (Bondeno, FE). In *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 319-20. Milano: Electa.

Dular, J., I. Šavel & S. Tecco Hvala. 2002, *Bronastodobno Naselje Oloris pri Dolnjem Lakosu*. Ljubljana; Opera Instituti archaeologici Sloveniae, 5.

Floreano, E. 2004. I castellieri. In *Terra di castellieri. Archeologia e territorio nel Medio Friuli*, cur. A. Bianchetti, 13-40. Tolmezzo (UD): cre@ttiva.

Fontana, A. 2006. *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche*. Udine: Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale 47.

Fozzati, L. 1993. Il "Bilanciera" del Bronzo Antico del Boscat. Relazioni preliminari. *Ad Undecimum Annuario* 4: 94-7.

Gambacurta, G. 2007. *L'aspetto veneto orientale. Materiali della seconda età del ferro tra Sile e Tagliamento*. 7ª edizione del Premio Antonio Colluso. Portogruaro: Collana "L'album" 13.

Gerdol, R., & G. Stacul. 1978. Il castellieri di Ponte S. Quirino presso Cividale. In *I castellieri di Nivize, Monte Grisa, Ponte S. Quirino, complessi dell'età del Bronzo*, cur. M. Moretti, R. Gerdol & G. Stacul, 65-98. Trieste: Atti Civici Musei Storia e Arte, Monografie Preistoriche 2.

Gnesotto, F. 1981. L'insediamento preistorico di Canale Anfora (Terzo di Aquileia). Relazione preliminare dello scavo 1980. *Aquileia Nostra* 52: 5-33.

Govedarica, B. 1992. La cultura di Dinara sulle coste dell'Adriatico orientale nei suoi rapporti con l'Italia centromeridionale. *Rassegna di Archeologia* 10: 553-60.

Horvat-Šavel, I. 1989. Bronastodobna naselbina Oloris pri Lakošu. *Arheološki Vestnik* 39-40: 127-45.

Lambertini, I., & G. Tasca, 2006. Castelliere di Rividischia, scavi 1998-2000: la ceramica. *Quaderni Friulani di Archeologia* 16: 113-84.

Lavarone, M. 1991. Considerazioni su due reperti metallici protostorici. *Quaderni Friulani di Archeologia* 1: 49-55.

Lavarone, M. 1988. Castions di Strada (Ud): recupero di materiale protostorico. *Memorie Storiche Forogiuliensi* 68: 144-145.

Lazzarini, G. 1895. Castelli friulani. *Giornale di Udine* 298, 29.

Lucentini, N. 2005. Gli insediamenti dell'età del Bronzo a Castel di Lama (Ascoli Piceno). In *Preistoria e protostoria delle Marche*, Atti XXXVIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Portonovo, 1-5 ottobre 2003), 595-611. Firenze.

Morico, G. 1997. Il sepolcreto di Pragatto (BO). In *Le terramare. La più antica civiltà padana*, Catalogo della Mostra (Modena, 15 marzo-1 giugno 1997), cur. A.M. Bernabò Brea, A. Cardarelli & M. Cremaschi, 696-97. Milano: Electa.

Marchesan, A. 1985. Le età del bronzo media e recente nel territorio veneto: tipologia e suddivisione in fasi cronologiche. *Archeologia Veneta* 8: 63-123.

Maselli Scotti, F. 1983a. Stazione del Terzo Ramo del Timavo. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 209-11. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.

Maselli Scotti, F. 1983b. Le strutture dei castellieri di Monrupino e Rupinpiccolo. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 214-16. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.

Miotti, T. s.d. *Gastaldie e giurisdizioni del Friuli centrale*, Castelli del Friuli. vol. 7. Udine.

Miotti, T. 1987. Lodovico Quarina e i castellieri del Friuli. *Ce fastu?* 63, n. 1: 25-30.

Mizzan, S. 1989. S. Polo. In *Il Carso Goriziano tra protostoria e storia. Da Castellazzo a S. Polo*, Catalogo della Mostra, cur. E. Montagnari Kokelj, 107-12. Mariano del Friuli (Gorizia): Provincia di Gorizia.

Mizzan, S. 1996. La ceramica. In *Pozzuolo del Friuli. 2. La prima età del ferro nel settore meridionale del castelliere. Lo scavo e la ceramica*, cur. P. Càssola Guida & S. Mizzan, 43-368. Roma: Studi e Ricerche di Protostotria Mediterranea 4.

Mizzan, S. 1997. Montedoro. In *Il Civico Museo Archeologico di Muggia*, Catalogo della Mostra, cur. F. Maselli Scotti, 41-2. Trieste.

Montagnari Kokelj, E. 1989. Periodo protostorico In *Il Carso Goriziano tra protostoria e storia. Da Castellazzo a S. Polo*, Catalogo della Mostra, cur. E. Montagnari Kokelj, 22-4. Mariano del Friuli (Gorizia): Provincia di Gorizia.

Montagnari Kokelj, E., & A. Crismani. 1997. La Grotta del Mitreo nel Carso triestino. *Atti della Società di Preistoria e Protostoria del Friuli Venezia Giulia* 10: 7-98.

Mor, C. G. 1975. Recensione di C. Costantini, "Castions di Strada: appunti storici", Udine, 1972. *Memorie Stororiche Forogiuliensi* 55: 299-300.

Moretti, M. 1978a. Nivize (Aidovskigrad). In *I castellieri di Nivize, Monte Grisa, Ponte S. Quirino, complessi dell'età del Bronzo*, di M. Moretti, R. Gerdol & G. Stacul, 11-40. Trieste: Atti Civici Musei Storia e Arte, Monogr. Preist. 2.

Moretti, M. 1978b. Monte Grisa: area inferiore. In *I castellieri di Nivize, Monte Grisa, Ponte S. Quirino, complessi dell'età del Bronzo*, cur. M. Moretti, R. Gerdol & G. Stacul, 41-64. Trieste: Atti Civici Musei Storia e Arte, Monogr. Preist. 2.

Moretti, M. 1983a. Castelliere di Monte d'Oro. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 118-19.

Moretti, M. 1983b. Castelliere di Monte Castellier degli Elleri. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 123-27.

Moro, G., & G. Tasca. 2010. Gradiscje di Crodoipo (UD): ceramica dall'US 61. *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paletnologia* 32: 111-38

Neugebauer, J.-W. 1994. *Bronzezeit in Ostösterreich*. Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich 98/99/100/101. Wien.

Peroni, R. 1989. *Protostoria dell'Italia continentale. La penisola italiana nell'età del bronzo e del ferro*. Popoli e civiltà dell'Italia antica. IX. Roma: Spazio Tre.

Peroni, R. 1996. *L'Italia alle soglie della storia*. Roma-Bari: Laterza.

Prosdocimi, B. 2010-2011. Una produzione di ceramica della prima età del ferro tra il Veneto e il Friuli: le olle ad orlo appiattito. Università degli Studi di Udine, Corso di dottorato di ricerca in Scienze dell'Antichità, XXIII ciclo.

Quarina, L. ined. *Tombe, Mùtere, Motte, Cicole, ecc. Elementi e informazioni raccolte negli anni 1938-1939-1940*. MS 2605 Biblioteca Civica "V. Joppi". Udine.

Quarina, L. 1943. Castellieri e tombe a tumulo in provincia di Udine, *Ce fastu?* 19: 54-86.

Raghet, J. 1977. Die bronzezeitliche Siedlung auf dem Padnal bei Savognin (Oberhalbstein GR): die Grabungscampagne von 1973. *Annuario della Società Svizzera di Preistoria e Archeologia* 60: 43-101.

Recchia, G. 1993. Grotta Manaccora (Peschici). Considerazioni sulla groticella funeraria e sull'area antistante (scavi Rellini-Baumgärtel). *Origini* 18: 317-401.

Simeoni, G. 2011. Schede di sito. In *Di terra e di ghiaia. Tumuli e castellieri del Medio Friuli tra Europa e Adriatico*, cur. S. Corazza & G. Simeoni, 273-300. Mereto di Tomba (Udine): Ed. La Grame.

Simeoni, G., & S. Corazza. 2011a. La protostoria del Medio Friuli tra Europa e Adriatico. In *Di terra e di ghiaia. Tumuli e castellieri del Medio Friuli tra Europa e Adriatico*, cur. S. Corazza & G. Simeoni, 33-111. Mereto di Tomba (Udine): Ed. La Grame.

Simeoni, G., & S. Corazza. 2011b. Un paesaggio di tumuli e castellieri. In *Di terra e di ghiaia. Tumuli e castellieri del Medio Friuli tra Europa e Adriatico*, cur. S. Corazza & G. Simeoni, 115-145. Mereto di Tomba (Udine): Ed. La Grame.

Stefanutti, R. 1989. Achille Tellini (1866-1938) geologo-naturalista-folclorista. *La Panarie* 82: 35-47.

Strmčnik-Gulič., M. 1989. Bronastodobni naselitveni kompleks v Rabelčji vasi na Ptuju. *Arheološki vestnik* 39-40: 147-70.

Svoljšak, D. 1989. Posočje v bronasti dobi. *Arheološki vestnik* 39-40: 367-86.

Tasca, G. 1996. Gli antefatti: l'età del bronzo media e recente. In *La protostoria tra Sile e Tagliamento. Antiche genti tra Veneto e Friuli*, Catalogo della Mostra (Concordia Sagittaria-Pordenone 1996-1997), cur. R. Salerno, G. Tasca & A. Vigoni, 322-27. Padova: Esedra editrice.

Tasca, G. 2007a. Catalogo. In *Presenze romane nel Territorio del Medio Friuli. 13. Varmo*, cur. M. Buora, 43-108. Udine.

Tasca, G. 2007b. I reperti concotti. In *Gradisca di Spilimbergo - Indagini di scavo in un castelliere protostorico*, cur. P. Càssola Guida & C. Balista, 315-46. Roma: Studi e Ricerche di Protostoria Mediterranea 7.

Tasca, G. 2010-2011. Tipologia e cronologia della produzione ceramica del Bronzo medio-recente nella Bassa Pianura Friulana. Tesi di Dottorato di ricerca in Conservazione dei Beni Archeologici e Architettonici, Scienze Archeologiche, Università degli Studi di Padova.

Tellini, A. 1900. *Carta geologico-agraria del podere d'istruzione del R. Istituto tecnico di Udine e dintorni preceduta dalla descrizione geologica della tavoletta di Udine*. Udine: Regia Stazione di Sperimentazione Agraria.

Urban, T. 1993. *Studien zur Mittleren Bronzezeit in Norditalien*. Bonn: Universitatsforschungen zur Prahistorischen Archaologie. 14.

Vitri, S. 1982. Castions di Strada (UD) - Cjastelir. *Aquilieia Nostra* 53: 314-315.

Vitri, S. 1983a. Abitato e ripostiglio di Castions di Strada. In *Preistoria del Caput Adriae*, Catalogo della Mostra (Castello di S. Giusto, Trieste, 1983), cur. A. Boiardi & G. Bartolomei, 80-82. Udine: Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia.

Vitri, S. 1983b. Alcuni dati recenti sugli insediamenti protostorici della alta pianura friulana. In *Problemi storici ed archeologici dell'Italia nordorientale e delle regioni limitrofe dalla preistoria al medioevo*, 105-123. Trieste: Atti Civ. Mus. Storia e Arte 13, 1.

Vitri, S. 2004. Spade dell'età del Bronzo dal Friuli. In *Guerrieri, Principi ed Eroi fra il Danubio e il Po dalla Preistoria all'Alto Medioevo*, Catalogo della Mostra (Castello del Buonconsiglio, Trento, 2004), cur. F. Marzatico & P. Gleischer, 574-575. Trento.

Vitri, S. 2005. Castellieri tra l'età del ferro e la romanizzazione in Friuli. In *Carlo Marchesetti e i castellieri - 1903-2003*, Atti del Convegno (Castello di Duino, Trieste, 14-15 novembre 2003), cur. G. Bandelli & E. Montagnari Kokelj, 239-56. Trieste.

Vitri, S., M. Lavarone, E. Borgna, S. Pettarin & M. Buora. 1991. Udine dall'età del bronzo all'età altomedievale. In *Antichità Alto Adriatiche XXXVII. Atti delle Settimane di Studi Aquileiesi*: 71-122.

Vitri, S., F. Senardi, S. Mizzan & G. Petrucci. 1994. Recenti scavi nell'abitato dell'età del bronzo di Porpetto (Udine). Contributi preliminari. In *Preistoria e proto-*

storia del Friuli-Venezia Giulia e dell'Istria, Atti XXIX Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria (Trieste-Pordenone, 28-30 settembre 1990), 273-291. Firenze.

Vitri, S., & S. Corazza. 2003. L'insediamento dell'età del ferro di Carlino-Fortin nei pressi della foce del fiume Zellina (Udine - Friuli Venezia Giulia). In *L'Archeologia dell'Adriatico dalla Preistoria al Medioevo*, Atti del Convegno (Ravenna, 7-9 giugno 2001), cur. F. Lenzi, 196-203. Firenze: Ed. All'insegna del Giglio, ser. Preistoria e Protostoria.

Von Zach, A. 2005. *Kriegskarte 1798-1805: Il Ducato di Venezia nella carta di Anton von Zach*. Treviso: Fondazione Benetton Studi Ricerche.

Zendron, F. 2012. Galleriano (Lestizza). Il villaggio del Bronzo Recente. La "casa degli anelloni". In *La vita quotidiana nei villaggi protostorici*, cur. C. Corazza & F. Zendron, scheda 2.2. Cormons (Gorizia): Poligrafiche San Marco.

Zendron, F., & S. Corazza. 2012. Castions di Strada. Il villaggio del Primo Ferro. La "casa delle libagioni". In *La vita quotidiana nei villaggi protostorici*, cur. C. Corazza & F. Zendron, scheda 2.5. Cormons (Gorizia): Poligrafiche San Marco.

Indice - Contents

Contents

ISSN 2038 - 0410